



VERIFIKASI POLA DISPERSI KABUT ASAP LAHAN GAMBUT PROVINSI RIAU MENGGUNAKAN CITRA SATELIT

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

DESI PUTRI PERTIWI



**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2018**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA*

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Verifikasi Pola Dispersi Kabut Asap Lahan Gambut Provinsi Riau menggunakan Citra Satelit adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

© Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2018

Desi Putri Pertiwi
NIM G64140001





ABSTRAK

DESI PUTRI PERTIWI. Verifikasi Pola Dispersi Kabut Asap Lahan Gambut Provinsi Riau menggunakan Citra Satelit. Dibimbing oleh IMAS SUKAESIH SITANGGANG.

Kabut asap dari kebakaran lahan gambut yang berdampak bagi kelangsungan hidup manusia dapat dicegah dengan mengenali pola *trajectory* kabut asap. Penelitian sebelumnya telah berhasil mengembangkan aplikasi *trajectory pattern mining* untuk simulasi pola dispersi kabut asap dari kebakaran lahan gambut. Namun penelitian tersebut belum melakukan verifikasi terhadap pola *trajectory* yang didapat. Penelitian ini bertujuan memverifikasi *trajectory* pola dispersi kabut asap dari kebakaran lahan gambut di Provinsi Riau menggunakan citra Landsat 8. Citra Landsat 8 diklasifikasikan menggunakan algoritme pohon keputusan C5.0. Terdapat delapan kelas yang digunakan dalam proses klasifikasi, yaitu awan, asap, badan air/bayangan, lahan terbangun, telah terbakar, terbakar, dan vegetasi. Proses klasifikasi menghasilkan akurasi terbaik sebesar 97.58% dengan koefisien kappa 0.97. Penelitian ini melakukan verifikasi terhadap 58 titik simulasi dispersi yang berada pada citra. Sebanyak 56 titik berada pada kelas awan dan asap, serta 2 titik terdapat pada kelas lainnya. Hasil verifikasi menunjukkan 98.28% titik simulasi dispersi kabut asap terverifikasi baik dengan 41.38% titik berada pada ketinggian dan tekanan yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

Kata Kunci: dispersi kabut asap, klasifikasi, Landsat 8, pohon keputusan, *trajectory*

ABSTRACT

DESI PUTRI PERTIWI. Verification of Haze Dispersion from Peatland Fires in Riau Province. Dibimbing oleh IMAS SUKAESIH SITANGGANG.

Haze from peatland fire that affects human survival can be prevented by recognizing the pattern of haze trajectory. An application of trajectory pattern mining for haze dispersion from peatland fires has been developed in the previous study. However, the study has not verified the pattern of the obtained trajectory. This study aims to verify the trajectory of haze dispersion pattern from peatland fires in Riau Province using Landsat 8. The Landsat 8 was classified by C5.0 decision tree algorithm. There were eight classes used in the classification process, namely: cloud, smoke, air body, shadow, built up area, has burned, burning and vegetation. The best accuracy produced by the classification process was 97.58%, using kappa coefficient of 0.97. This study has verified 58 dispersion points in the image, with a total of 56 points occurred in cloud and smoke class, whereas the other 2 points occurred in other classes. The verification results showed that 98.28% of simulated haze dispersion points can be well verified with 41.38% points are located at harmful height and pressure.

Keywords: classification, decision tree, haze dispersion, Landsat 8, trajectory

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



VERIFIKASI POLA DISPERSI KABUT ASAP LAHAN GAMBUT PROVINSI RIAU MENGGUNAKAN CITRA SATELIT

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

DESI PUTRI PERTIWI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada
Departemen Ilmu Komputer

**DEPARTEMEN ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2018**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University
Pengaruh Kebijakan Pengelolaan Sumber Daya Air Terhadap Produktivitas Petani di Desa Ciputat

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang



Judul Skripsi: Verifikasi Pola Dispersi Kabut Asap Lahan Gambut Provinsi Riau menggunakan Ciatra Satelit

Nama : Desi Putri Pertiwi
NIM : G64140001

Disetujui oleh

Dr Imas Sukaesih Sitanggang, SSi MKom
Pembimbing

Diketahui oleh

Prof Dr Ir Agus Buono, MSi MKom
Ketua Departemen

Tanggal Tulus: **30 JUL 2018**

Bogor Agriculture

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Judul Skripsi: Verifikasi Pola Dispersi Kabut Asap Lahan Gambut Provinsi Riau menggunakan Ciatra Satelit
Nama : Desi Putri Pertiwi
NIM : G64140001



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Disetujui oleh

Dr Imas Sukaesih Sitanggang, SSi MKom
Pembimbing

Diketahui oleh

Prof Dr Ir Agus Buono, MSi MKom
Ketua Departemen

Tanggal Lulus:

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2017 ini ialah *data mining*, dengan judul Verifikasi Pola Dispersi Kabut Asap Lahan Gambut Provinsi Riau menggunakan Citra Satelit.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Komputer pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Penulis menyadari dalam perjalanan masa perkuliahan sampai dengan pencapaian akhir ini telah banyak pihak yang membantu dan mendukung. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih dan penghargaan kepada:

- 1 Ayah Alm. Amdari dan Ibu Sartik serta keluarga yang selalu mendoakan dan memberi nasihat, motivasi, dukungan, semangat, serta kasih sayang sehingga penelitian ini bisa diselesaikan.
- 2 Ibu Dr Imas Sukaesih Sitanggang, SSi MKom selaku pembimbing, yang senantiasa sabar dan ikhlas meluangkan tenaga, waktu, dan pikiran dalam memberikan bimbingan dan arahannya sehingga penulis bisa menyelesaikan penelitian ini.
- 3 Bapak Muhammad Asyhar Agmalaro, SSi MKom dan Ibu Dr. Karlisa Priandana, ST MEng selaku penguji.
- 4 Seluruh dosen, staf tata usaha, dan staf pegawai Departemen Ilmu Komputer IPB.
- 5 Mastur Fatullah yang selalu memberikan doa dukungan serta yang senantiasa membantu dan menyemangati dalam penyelesaian penelitian ini.
- 6 Seluruh teman-teman sebimbingan yaitu Ardhea, Risti, Amalia, David, Nur, Shita, dan Miqdad yang senantiasa membantu dan menyemangati dalam penyelesaian penelitian ini.
- 7 Teman-teman yang selalu mendukung dan membantu yaitu Meri, Widia, Kak Dwi, Parhan, Respati, dan Rofiq.
- 8 Seluruh teman-teman Program S1 Ilmu Komputer IPB angkatan 51 dan Ikatan Mahasiswa Kerinci Bogor.

Semoga segala bantuan, bimbingan, motifasi, dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis senantiasa dibalas oleh Allah *subhanahu wa ta'ala*. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat dan menambah wawasan pembaca.

Bogor, Juli 2018

Desi Putri Pertiwi



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
Ruang Lingkup Penelitian	2
METODE	3
Data Penelitian	3
Tahapan Penelitian	3
Praproses Citra	4
Penentuan Label Kelas	5
Separabilitas Kelas	5
Pembagian Data	5
Klasifikasi Citra dengan menggunakan Algoritme Pohon Keputusan C5.0	5
Evaluasi Model Klasifikasi	6
Verifikasi Pola Dispersi Kabut Asap	7
Perangkat Penelitian	7
HASIL DAN PEMBAHASAN	7
Praposes Citra	7
Penentuan Label Kelas	9
Separabilitas Kelas	10
Pembagian Data	11
Klasifikasi Citra	11
Evaluasi Model Klasifikasi	12
Verifikasi Pola Sekuens Titik Panas	14
SIMPULAN DAN SARAN	18
Simpulan	18

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Saran

18

DAFTAR PUSTAKA

18

LAMPIRAN

20

RIWAYAT HIDUP

53



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR TABEL

1	<i>Confusion matrix</i> (Foody 2017)	6
2	Hasil proses pemilihan citra berdasarkan <i>overlay</i> titik panas dan peta Provinsi Riau	8
3	Jumlah piksel untuk masing-masing kelas	10
4	Separabilitas antara kelas asap dengan masing-masing kelas	11
5	Jumlah data uji dan data latih untuk setiap <i>fold</i>	11
6	Jumlah <i>node</i> dari aturan model klasifikasi	12
7	Jumlah <i>node</i> dari aturan model klasifikasi	12
8	<i>Confusion matrix fold</i> ke-5	13
9	Hasil evaluasi setiap kelas berdasarkan <i>confusion matrix</i>	13
10	Hasil pemberian label dalam proses verifikasi pada citra periode 9 – 11 Maret 2014	16
11	Jumlah titik kabut asap untuk setiap kelas dari hasil <i>overlay</i> citra dan <i>trajectory</i>	16

DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan penelitian	3
2	Proses kombinasi <i>band</i> 571 citra 10 Maret 2014 <i>path</i> 125 dan <i>rows</i> 060 dimana (a) Citra satelit <i>band</i> 5 sebelum dikombinasi, (b) Citra satelit <i>band</i> 7 sebelum dikombinasi, (c) Citra satelit <i>band</i> 1 sebelum dikombinasi, (d) Citra hasil kombinasi <i>band</i> 571	9
3	Contoh kelas tutupan lahan (a) Awan, (b) Asap, (c) Badan air, (d) Bayangan, (e) Lahan terbangun, (f) Telah terbakar, (g) Terbakar, (h) Vegetasi	10
4	Hasil klasifikasi citra 10 Maret 2014 <i>path</i> 125 dan <i>row</i> 060	14
5	Hasil seleksi pola dispersi kabut asap periode 9-11 Maret 2014	14
6	Hasil seleksi pola dispersi kabut asap asap periode 3-4 September 2015 wilayah I	15
7	Hasil seleksi pola dispersi kabut asap asap periode 3-4 September 2015 wilayah II	15
8	Persebaran permungkiman (lahan terbangun) dengan titik dispersi kabut asap menggunakan kombinasi <i>band</i> 571	15
9	Persebaran permungkiman (lahan terbangun) dengan titik dispersi kabut asap menggunakan kombinasi <i>band</i> 571	16
10	Kenampakan data yang terverifikasi ke dalam kelas (a) badan air dan (b) terbakar dari hasil simulasi menggunakan kombinasi <i>band</i> 571	17
11	Separabilitas kelas asap dan awan, (a) separabilitas <i>band</i> 5, (b) separabilitas <i>band</i> 7, (c) separabilitas <i>band</i> 1	17

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



DAFTAR LAMPIRAN

1	Citra hasil <i>composite band 571</i>	20
2	Karakteristik tutupan lahan	21
3	Separabilitas Kelas	23
4	Grafik separabilitas kelas asap	24
5	Hasil <i>rule fold ke-5</i> model pohon	27
6	<i>Confusion matrix</i>	41
7	Hasil pemberian label dari proses verifikasi	44



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lahan gambut merupakan tanah organik yang mempunyai kandungan karbon tinggi dan salah satu sumberdaya alam yang mempunyai fungsi hidrologi (Charidin *et al.* 2015). Lahan gambut memiliki peran penting bagi kehidupan masyarakat, yaitu sebagai pemasok air dan menyimpan karbon serta membantu pencegahan banjir. Menurut Noor dan Heyde (2007) Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki lahan gambut yang luas, yaitu sekitar 21 juta hektar atau sekitar lebih dari 10% luas Indonesia. Jika dilihat rincian dari luas lahan gambut Indonesia, sekitar 35% terdapat di Pulau Sumatera, 30% terdapat di Pulau Kalimantan, 30% terdapat di Pulau Papua, serta 3% terdapat di Pulau Sulawesi.

Dewasa ini luas lahan gambut di Indonesia sering mengalami kebakaran di berbagai wilayah terutama di Pulau Sumatera. Berdasarkan data dari LAPAN (2015), estimasi luas kebakaran lahan gambut di Pulau Sumatera periode 1 Juli–20 Oktober 2015 adalah sekitar 267 974 hektar. Salah satu dari tiga wilayah yang mengalami kebakaran lahan gambut terbanyak di Pulau Sumatera adalah Provinsi Riau, yaitu sekitar 66 634 hektar. Kebakaran lahan gambut pada Provinsi Riau menyebabkan kabut asap di berbagai wilayah tetangganya serta meningkatkan jumlah karbon di dunia pada tahun 2015. Dampak dari kabut asap berpengaruh terhadap kesehatan, ekonomi, serta sosial masyarakat nasional (Endrawati 2016). Berdasarkan dampak yang dirugikan dari kabut asap tersebut, maka perlu diketahui secara dini wilayah yang terkena kabut asap dengan cara mengetahui pola *trajectory* sebaran kabut asap. Hal ini diupayakan untuk meminimalisir dampak dari kabut asap yang terjadi di Provinsi Riau.

Analisis *trajectory* sebaran wilayah yang terkena dampak kabut asap sudah pernah dilakukan sebelumnya oleh Asti (2017) dengan menggunakan metode HYSPLIT dan *clustering K-Means*. Penelitian tersebut salah satunya mencakupi wilayah Riau. Hasil dari penelitian Asti (2017) menjelaskan bahwa kabut asap yang berasal dari Provinsi Riau bergerak menuju Sumatra Utara dan Malaysia yang dipengaruhi oleh ketinggian dan tekanan kabut asap. Hasil *trajectory* sebaran wilayah kabut asap penelitian Asti (2017) tersebut masih menggunakan 2 digit desimal dan belum diimplementasikan aplikasi berbasis web. Pada penelitian Tyas (2018) dilakukan perbaikan dengan menggunakan 3 digit desimal dalam bentuk aplikasi berbasis web tentang *Haze Trajectory Patten Mining*. Penelitian Tyas (2018) juga merupakan perbaikan dari aplikasi *spatio-temporal clustering* dari penelitian Apriantono (2017) pada menu *Haze Trajectory*. Namun pada penelitian Tyas (2018) *trajectory* kabut asap belum dilakukan verifikasi terhadap sebaran kabut asap yang didapat. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk memverifikasi *trajectory* dispersi kabut asap dari kebakaran lahan gambut berdasarkan data Tyas (2018) untuk menunjukkan kebenaran dan keakuratan dari data yang didapat pada penelitian Tyas (2018).

Cara yang dapat dilakukan untuk memverifikasi sebaran kabut asap Provinsi Riau adalah dengan menggunakan citra Landsat 8. Citra Landsat 8 memiliki resolusi spasial untuk mengenali objek terkecil yang terdapat di permukaan bumi (USGS 2016). Dengan demikian citra Landsat 8 dapat membantu memberikan kenampakan visual yang dapat mempermudah dalam proses verifikasi. Metode

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



yang digunakan dalam proses verifikasi adalah klasifikasi. Klasifikasi dilakukan dengan tujuan mendapatkan model yang menjelaskan kelas data dan memprediksi kelas data baru (Han *et al.* 2012). Algoritme yang digunakan dalam klasifikasi adalah pohon keputusan. Berdasarkan penelitian Thariqa *et.al.* (2016) yang melakukan perbandingan empat algoritme keputusan, yaitu algoritme C5.0, C4.5, CART, dan SDT menghasilkan akurasi terbaik berada pada algoritme C5.0 yaitu 99.79%. Penelitian serupa yang menggunakan algoritme C5.0 adalah Meliana (2016) dan Agripina (2017) dengan masing-masing akurasi yang didapat sebesar 97.10% dan 97.36%. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan citra Landsat 8 dengan pemodelan pohon keputusan C5.0.

Perumusan Masalah

Penelitian ini memfokuskan kepada:

1. Klasifikasi citra Landsat 8 menggunakan algoritme pohon keputusan C5.0.
 2. Verifikasi pola dispersi kabut asap dengan menggunakan hasil klasifikasi citra Landsat 8.
 3. Penyajian informasi pola dispersi kabut asap dari data yang terverifikasi.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan pemodelan klasifikasi citra Landsat 8 dengan algoritme pohon keputusan C5.0 pada Provinsi Riau.
 2. Melakukan verifikasi pola dispersi kabut asap dari klasifikasi citra Landsat 8 dengan data sebaran kabut asap pada penelitian Tyas (2018).
 3. Menyajikan informasi pola dispersi kabut asap berdasarkan hasil yang terverifikasi dari kabut asap Provinsi Riau.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memverifikasi prediksi pola dispersi persebaran kabut asap pada wilayah di Provinsi Riau yang berpotensi terkena kabut asap, sehingga berdasarkan prediksi pola dispersi tersebut wilayah yang terverifikasi dapat mengantisipasi dampak dari kebakaran lahan gambut.

Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari panelitian yang akan dilakukan meliputi:

1. Data yang digunakan adalah citra Landsat 8 pada lahan gambut Provinsi Riau pada tahun 2014 dan 2015 yang diperoleh dari *United States Geological Survey* (USGS).
 2. Pola dispersi kabut asap yang akan digunakan pada penelitian ini adalah dari penelitian Tyas (2018).

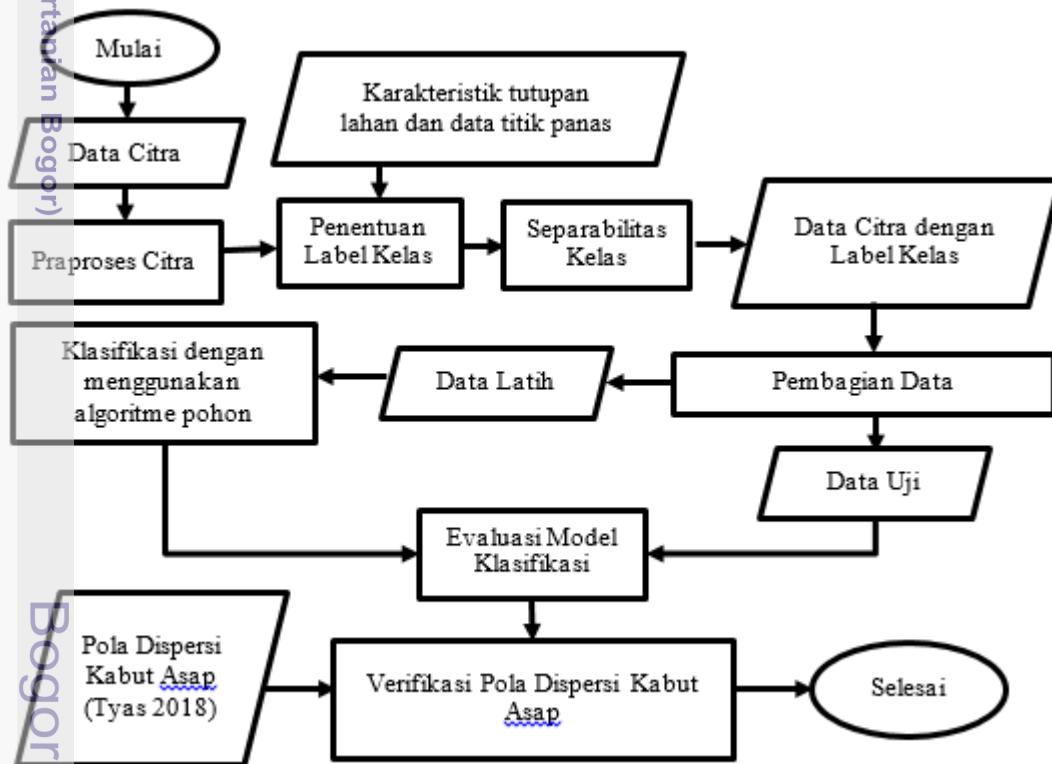
METODE

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra satelit Landsat 8, peta lahan gambut, peta batas wilayah, peta permukiman, dan data kabut asap. Citra Landsat 8 yang digunakan dalam penelitian adalah data dari *United States Geological Survey (USGS)* dengan rentang *path* 125-128 dan rentang *row* 58-61. Peta lahan gambut yang digunakan adalah peta lahan gambut di Sumatra 2014. Peta permukiman yang digunakan adalah peta tahun 2015. Sedangkan peta batasan wilayah Provinsi Riau untuk menentukan lokasi kabut asap yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS) Indonesia tahun 2013. Serta untuk verifikasi pola dispersi kabut asap yang terdiri dari atribut tekanan (*hertopascal/hPa*) dan ketinggian (*meter Above Ground Level/m AGL*) menggunakan data penelitian Tyas (2018) yang didapat dari hasil simulasi HYSPLIT dalam termuat dalam aplikasi *trajectory pattern mining*.

Tahapan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan tujuh tahapan utama, yaitu praproses citra, penentuan label kelas, separabilitas kelas, pembagian data, klasifikasi citra dengan menggunakan algoritme pohon keputusan C5.0, evaluasi model klasifikasi, dan verifikasi pola dispersi kabut asap, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Tahapan penelitian



Praproses dilakukan untuk pembersihan data dan memperbaiki kesalahan data.

Pada tahap ini dilakukan beberapa tahapan, yaitu:

a. Pemilihan Citra

Pemilihan citra dilakukan berdasarkan titik panas dari penelitian Shofiana (2017) dan hasil simulasi HYSPLIT pola dispersi kabut asap dari penelitian Tyas (2018) untuk mendapatkan tanggal citra Landsat 8 yang akan digunakan sebagai objek verifikasi.

b. Kombinasi *band*

Proses kombinasi *band* dilakukan untuk mendapatkan tampilan visual berupa warna RGB yang dapat menggambarkan daerah awan, lahan gambut yang terbakar, dan tidak terbakar. Proses kombinasi *band* dilakukan dengan menggabungkan tiga *band* yang terdiri dari *band* 5 merepresentasikan R, *band* 7 merepresentasikan G, dan *band* 1 merepresentasikan B. Pemilihan kombinasi *band* 571 sudah pernah dilakukan oleh Harris (2015). *Band* 5 dipilih karena memiliki panjang gelombang mencapai $0.85 - 0.88 \mu\text{m}$ yang merepresentasikan daerah dengan menekankan konten biomassa yang dapat menggambarkan daerah tidak terbakar dan setelah terbakar (Pusat Pemanfaatan Pengindraan Jauh LAPAN 2015). *Band* 7 dipilih karena memiliki panjang gelombang mencapai $2.11 - 2.29 \mu\text{m}$ yang merepresentasikan vegetasi, *band* 7 sensitif terhadap pancaran radiasi sehingga dapat mendetekksi sumber panas (Pusat Pemanfaatan Pengindraan Jauh LAPAN 2015). *Band* 1 dipilih karena panjang gelombang mencapai $0.43 - 0.45 \mu\text{m}$ yang dapat mendeteksi partikel kecil berupa konsentrasi polutan dan awan (Pusat Pemanfaatan Pengindraan Jauh LAPAN 2015).

Penyusunan kombinasi *band* dipilih menggunakan metode *Optimum Index Factor* (OIF). Semakin tinggi nilai OIF yang dihasilkan, semakin banyak informasi warna yang diperoleh dan sedikit duplikasi informasi. Algoritme yang digunakan untuk menghitung OIF adalah sebagai berikut (Pusat Pemanfaatan Pengindraan Jauh LAPAN 2015):

$$\text{OIF} = \frac{\sum_{i=1}^3 SD_i}{\sum_{i=1}^3 ABS(CC_i)} \quad (1)$$

dimana : SD_i = Standar deviasi karnal i

ABS = Nilai absolut koefisien korelasi dua *band* dari kemungkinan tiga *band*

Perhitungan OIF sebelumnya telah dilakukan oleh Mentari (2013), menghasilkan nilai OIF dari kombinasi 751 sebesar 4331.8. Secara teori kombinasi *band* 751 memiliki informasi yang lebih banyak, namun untuk tampilan visualnya masih belum menggambarkan dengan jelas kenampakan asap dan awan. Sedangkan kombinasi *band* 175 kenampakan karakteristik tutupan lahan yang dihasilkan hampir terlihat sama. Oleh karena itu, berdasarkan penelitian Harris (2015) untuk memberikan hasil visual awan dan asap yang baik, maka dilakukan kombinasi *band* 571.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Penentuan Label Kelas

Penentuan label kelas dilakukan dengan melihat karakteristik tutupan lahan berdasarkan penelitian Putro (2016) dan data titik panas dari penelitian Shofiana (2017). Proses penentuan label kelas dilakukan dengan cara pengambilan contoh citra sesuai karakteristik tutupan lahan. Proses ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak QGIS.

Separabilitas Kelas

Separabilitas kelas dihitung dengan tujuan melihat terpisahan dari setiap kelas. Proses separabilitas menggunakan nilai *digital number* (DN) yang bersih dari nilai NA atau nilai yang tidak diketahui. Pada penelitian ini proses perhitungan separabilitas kelas dilakukan dengan metode *Transformed divergency* (TD). Nilai TD akan berkisar dari 0 sampai dengan 2. Semakin tinggi nilai separabilitas yang dihasilkan maka semakin baik keterpisahan antar datanya. Namun jika nilai mendekati nol, maka kelas tersebut tidak dapat dipisahkan. Perhitungan nilai separabilitas kelas dilakukan dengan perangkat lunak R menggunakan *package spatialEco*. Perhitungan separabilitas kelas dapat dilakukan dengan rumus (Jaya 2009).

$$TD_{ij} = 2.000 \left[1 - \exp \left[\frac{-D_{ij}}{8} \right] \right] \quad (2)$$

dimana: TD_{ij} : Separabilitas antas kelas i dan kelas j
 \exp : -2.719
i dan j : Dua penciri kelas yang digabung

Pembagian Data

Pada proses ini data dibagi menjadi data latih dan data uji. Pembagian data dilakukan dengan metode *K-fold cross validation*. *Cross-validation* adalah pengujian standar yang dilakukan dengan memprediksi nilai *error rate*. Cara kerja *K-fold cross validation* adalah membagi *data training* menjadi K kelompok dan akan mengulang sebanyak K-kali, dimana setiap pengulangan disisakan satu *subset* untuk pengujian. Pada bagian ini data dibagi menjadi 10 *fold* (10 kelompok data) dengan proporsi data 90% (*9 fold*) untuk data latih dan 10% (*1 fold*) untuk data uji. Proses ini dapat dilakukan dengan *package caret* yang terdapat pada R.

Klasifikasi Citra dengan menggunakan Algoritme Pohon Keputusan C5.0

Proses klasifikasi dilakukan menggunakan data latih dengan menerapkan algoritme pohon keputusan C5.0. Proses ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak R. *Dataset* yang digunakan berisi nilai DN dari band 5, 7, dan 1. Proses klasifikasi dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh model klasifikasi.

Evaluasi Model Klasifikasi

Evaluasi model merupakan tahapan yang dilakukan untuk menentukan kinerja suatu model klasifikasi. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan *confusion matrix* yang berbentuk sebuah tabel yang berisikan kelas aktual dan prediksi. Bentuk *confusion matrix* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 *Confusion matrix* (Foody 2017)

Kelas Aktual	Kelas Prediksi									Σ
	A	B	C	D	E	F	G	H		
A	X _{AA}	X _{AB}	X _{AC}	X _{AD}	X _{AE}	X _{AF}	X _{AG}	X _{AH}	X _{A+}	
B	X _{BA}	X _{BB}	X _{BC}	X _{BD}	X _{AE}	X _{AF}	X _{AG}	X _{AH}	X _{B+}	
C	X _{CA}	X _{CB}	X _{CC}	X _{CD}	X _{AE}	X _{AF}	X _{AG}	X _{AH}	X _{C+}	
D	X _{DA}	X _{DB}	X _{DC}	X _{DD}	X _{AE}	X _{AF}	X _{AG}	X _{AH}	X _{D+}	
E	X _{EA}	X _{EB}	X _{EC}	X _{ED}	X _{EE}	X _{EF}	X _{EG}	X _{EH}	X _{E+}	
F	X _{FA}	X _{FB}	X _{FC}	X _{FD}	X _{FE}	X _{FF}	X _{FG}	X _{FH}	X _{F+}	
G	X _{GA}	X _{GB}	X _{GC}	X _{GD}	X _{GE}	X _{GF}	X _{GG}	X _{GH}	X _{G+}	
H	X _{HA}	X _{HB}	X _{HC}	X _{HD}	X _{HE}	X _{HF}	X _{HG}	X _{HH}	X _{H+}	
Σ	X _{+A}	X _{+B}	X _{+C}	X _{+D}	X _{+E}	X _{+F}	X _{+G}	X _{+H}	X	

Evaluasi hasil klasifikasi dapat dihitung berdasarkan *confusion matrix* diantaranya (Foody 2017):

- a. Kesalahan komisi (*commission error*)

$$\text{Commission Error} = \frac{X_{AB} + X_{AC} + \dots + X_{AH}}{X_{A+}} \times 100\% \quad (3)$$

- b. Kesalahan omisi (*omission error*)

$$\text{Omission Error} = \frac{X_{BA} + X_{CA} + \dots + X_{HA}}{X_{+A}} \times 100\% \quad (4)$$

- c. Akurasi keseluruhan (*overall accuracy*)

$$\text{Overall Accuracy} = \frac{\sum_{k=1}^q X_{kk}}{X} \times 100\% \quad (5)$$

Koefisien kappa, digunakan untuk uji akurasi pada semua kelas. Rumus dari koefisien kappa adalah sebagai berikut (Parsello dan Bruzzone 2010):

$$\text{Kappa} = \frac{X \sum_{k=1}^q X_{kk} - \sum_{k=1}^q X_{k+} X_{+k}}{n^2 - \sum_{k=1}^q X_{k+} X_{+k}} \times 100\% \quad (6)$$

Verifikasi Pola Dispersi Kabut Asap

Tahapan verifikasi pola dispersi dapat dilakukan setelah proses evaluasi model klasifikasi. Verifikasi dilakukan dengan cara *overlay* citra hasil klasifikasi dengan pola dispersi kabut asap. Data kabut asap diperoleh dari penelitian Tyas (2018). Proses verifikasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Quantum GIS. Setelah dilakukan proses verifikasi data dispersi kabut asap, maka proses selanjutnya yaitu dilakukan penyajian data berdasarkan ketinggian dan tekanan pada lokasi dispersi kabut asap.

Perangkat Penelitian

Perangkat keras berupa komputer personal dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Processor Intel Core i3-3217U,
- RAM 4 GB, dan RAM 32 GB (pada azure)
- 14.0" HD LED LCD,
- 500 GB HDD,
- Mouse dan keyboard.

Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Sistem operasi Windows 10 64-bit,
- Bahasa pemrograman R versi 3.3.3 untuk mengelola data dan klasifikasi citra, R Studio yang digunakan untuk menjalankan pemrograman R,
- Quantum GIS (QGIS) 2.18.4 untuk praproses citra satelit dan pemroses citra satelit,
- Microsoft Excel 2013 untuk mengelola data kabut asap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Praposes Citra

Praposes citra merupakan tahapan pertama yang harus dilakukan sebelum melakukan pengolahan data. Tahapan praposes citra dilakukan dengan tujuan memilih serta memperbaiki data agar dapat diproses sesuai dengan algoritme yang akan digunakan. Terdapat dua hal yang harus dilakukan pada tahapan praposes citra diantaranya tahapan pemilihan citra dan kombinasi *band*.

Pemilihan Citra

Pada proses pemilihan citra dilakukan dengan cara tumpang-tindih (*overlay*) peta Provinsi Riau dengan titik panas dari penelitian Shofiana (2017) dan *trajectory* dari penelitian Tyas (2018) dengan menggunakan QGIS. Titik panas dan *trajectory* yang berada pada peta kemudian ditandai dan dicatat periode titik panasnya. Setelah mendapatkan periode titik panas, langkah selanjutnya dilakukan pemilihan citra.



Pemrosesan pemilihan citra dilakukan dengan memperhatikan tanggal citra yang masih berada dalam rentang kemunculan kabut asap yaitu tiga hari setelah terjadi kebakaran. Selain memperhatikan tanggal, persentase *land cloud cover* di bawah 60% juga menentukan pemilihan citra. Penentuan pemilihan citra menggunakan *land cloud cover* digunakan dengan tujuan untuk melihat citra yang bersih dari tutupan awan yang tebal. Hasil proses pemilihan citra dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil proses pemilihan citra berdasarkan *overlay* titik panas dan peta Provinsi Riau

Periode titik panas berdasarkan penelitian Tyas (2018)	Tanggal citra Landsat 8	Path	Rows	Land cloud cover (%)
9 – 11 Maret 2014	10 Maret 2014	125	060	53.34
3 – 4 September 2015 wilayah I	3 September 2015	126	059	54.46
3 – 4 September 2015 wilayah II	3 September 2015	126	060	13.92

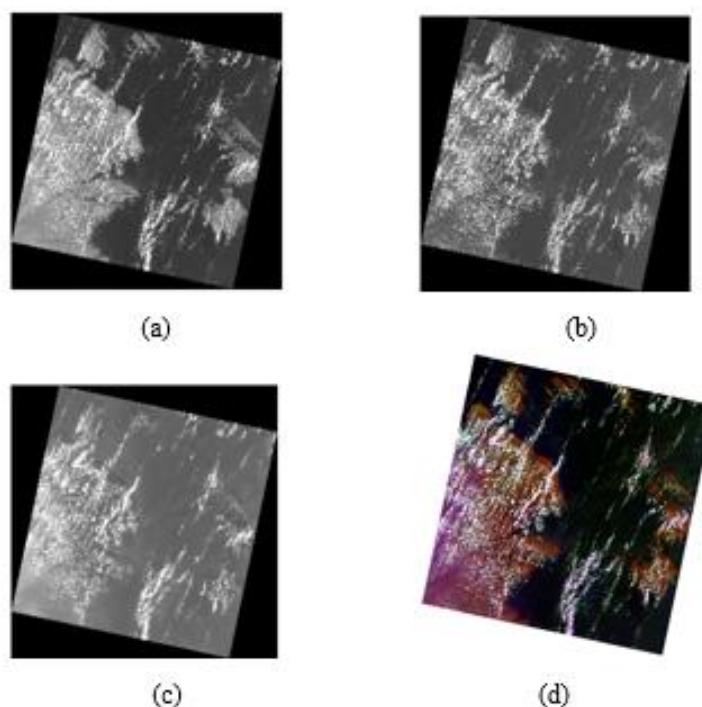
Hasil pemilihan citra pada Tabel 2 digunakan sebagai citra yang memverifikasi pola dispersi kabut asap dari penelitian Tyas (2018). Pada periode 3 – 4 September 2015 terdapat dua citra dengan wilayah cakupan yang berbeda. Wilayah dengan *path* 126 *rows* 059 mencakup sebagian besar daerah Rokan Hilir, Kampar bagian Utara, Siak, Dumai, Rokan Hulu bagian Utara, dan Bengkalis. Wilayah dengan *path* 126 *rows* 060 mencakup sebagian besar wilayah Kuantan Singingi, Pekanbaru, Kampar, dan Rokan Hulu. Selain 3 citra hasil pemilihan tersebut, terdapat satu citra yang digunakan sebagai model untuk pengambilan contoh dalam pelabelan citra, yaitu citra tanggal 10 Juli 2015 dengan *path* 126 dan *rows* 60. Citra tanggal 10 Juli 2015 dipilih karena perbedaan antara karakteristik tutupan lahan terlihat jelas terutama untuk kelas asap dan kelas awan.

Kombinasi *Band*

Tahapan terakhir pada praproses yaitu penggabungan *band* atau dikenal *composite band*. Kombinasi *band* bertujuan untuk memberikan visual yang dapat mempermudah interpretasi citra. Proses kombinasi *band* citra satelit dilakukan pada citra yang telah dipilih pada tahapan pemilihan citra. Kombinasi *band* yang digunakan adalah *band 5 (NIR)*, *band 7 (SWIR-2)*, dan *band 1 (Aerosol)*. *Band 5* merepresentasikan konten biomassa dan garis pantai, *band 7* merepresentasikan kadar air tanah dan vegetasi, serta *band 1* merepresentasikan studi *aerosol* yang berupa konsentrasi polutan. Masing-masing *band* berwarna abu-abu (*grayscale*) dan memiliki 1 nilai digital.

Proses *composite band* dilakukan menggunakan perangkat lunak QGIS dengan bantuan *tools merge* pada submenu *miscellaneous*. Proses *composite* pada citra menghasilkan 3 nilai digital yang berasal dari kombinasi *band* yang merepresentasikan campuran warna merah, hijau, dan biru (RGB). Proses kombinasi *band* untuk periode 9 - 11 Maret 2018 dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil kombinasi *band* citra periode 3 - 4 September 2015 wilayah I dan wilayah II dapat dilihat pada Lampiran 1.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



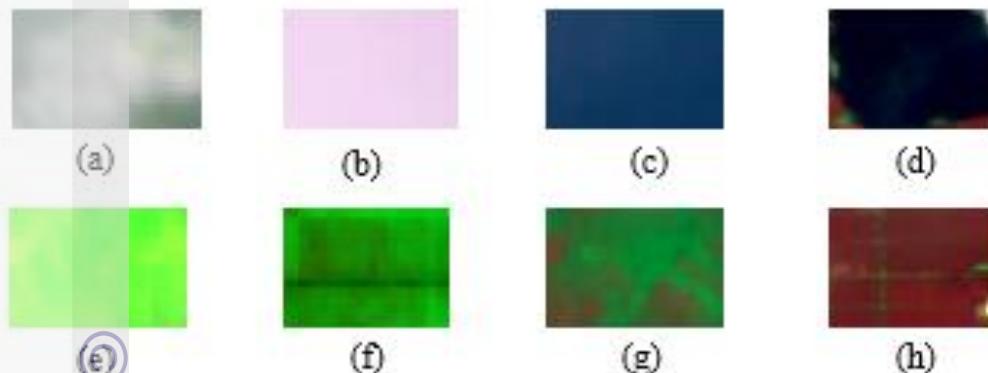
Gambar 2 Proses kombinasi *band* 571 citra 10 Maret 2014 *path* 125 dan *rows* 060 dimana (a) Citra satelit *band* 5 sebelum dikombinasi, (b) Citra satelit *band* 7 sebelum dikombinasi, (c) Citra satelit *band* 1 sebelum dikombinasi, (d) Citra hasil kombinasi *band* 571

Penentuan Label Kelas

Tahapan penentuan label kelas merupakan tahapan pengambilan contoh yang dilakukan pada sebuah citra berdasarkan karakteristik tutupan lahan. Pada penelitian ini karakteristik tutupan lahan yang digunakan berdasarkan hasil penelitian dari Putro (2016) tentang identifikasi karakteristik dan pemetaan tutupan lahan. Sedangkan citra yang digunakan sebagai model pelabelan adalah citra tanggal 10 Juli 2015.

Penentuan label kelas dilakukan dengan cara pengambilan contoh (*sampling*) berdasarkan karakteristik objek yang terdapat pada citra serta titik panas setelah dan sesaat terjadinya kebakaran. Total *sampling* yang digunakan pada penentuan label kelas adalah 10% dari total piksel dalam satu citra. Proses *sampling* dilakukan dengan cara membandingkan citra tutupan lahan secara visual dari penelitian Putro (2016) yang menggunakan kombinasi *band* 754 dengan citra kombinasi *band* 571 yang digunakan dalam penelitian. Selain melakukan perbandingan dengan karakteristik tutupan lahan, proses *sampling* juga dilakukan dengan cara *overlay* data titik panas dari penelitian Shofiana (2017) dengan citra satelit yang digunakan. Berdasarkan hasil perbandingan tersebut terdapat 8 objek dari 22 jenis karakteristik tutupan lahan yang didapat dari citra seperti pada Lampiran 2. Objek tutupan lahan yang didapat digunakan sebagai label kelas. Kelas tersebut diantaranya kelas awan, asap, badan air, bayangan, lahan terbangun, telah terbakar, terbakar, dan vegetasi seperti pada Gambar 3.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Gambar

Contoh kelas tutupan lahan (a) Awan, (b) Asap, (c) Badan air, (d) Bayangan, (e) Lahan terbangun, (f) Telah terbakar, (g) Terbakar, (h) Vegetasi

Proses selanjutnya yaitu dilakukan ekstrasi citra pada data hasil *sampling* dari setiap kelas. Proses ekstraksi bertujuan untuk mendapatkan nilai *digital number* (DN) dengan bantuan perangkat lunak R. Hasil ekstraksi nilai DN memiliki tiga atribut yaitu *band 5*, *band 7*, dan *band 1*. Setelah proses ekstraksi, dilakukan pembersihan data. Data yang mengandung nilai NA (nilai yang berada pada pinggiran citra yang gelap) kemudian dihapus, sehingga jumlah piksel untuk setiap kelas setelah pembersihan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Jumlah piksel untuk masing-masing kelas

Kelas	Jumlah piksel pada setiap kelas
Asap	981 483
Awan	29 020
Badan air	983 210
Bayangan	245 474
Lahan terbangun	258 118
Telah terbakar	727 034
Terbakar	243 034
Vegetasi	779 286

Separabilitas Kelas

Proses separabilitas kelas merupakan proses pengecekan keterpisahan antara dua kelas untuk setiap kelas yang ada. Pada penelitian ini separabilitas digunakan untuk meyakinkan seberapa baik sampel yang diambil pada proses penentuan label kelas. Proses separabilitas dilakukan dengan membandingkan keterpisahan antar masing-masing kelas, terdapat 28 perbandingan dari 8 kelas yang ada. Contoh hasil separabilitas kelas yang menunjukkan kedekatan antar kelas dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai separabilitas untuk kelas lainnya dilihat pada Lampiran 3 serta grafik separabilitas masing-masing *band* untuk setiap perbandingan dapat dilihat pada Lampiran 4.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Tabel 4 Separabilitas antara kelas asap dengan masing-masing kelas

Objek (Kelas 1, Kelas 2)	Band 5	Band 7	Band 1	Rata-rata
Asap, Vegetasi	1.09918	1.33695	1.52165	1.31923
Asap, Awan	0.09494	0.05923	0.11998	0.09138
Asap, Badan air	1.30976	1.09873	1.06539	1.15796
Asap, Bayangan	1.99774	1.99993	2.00000	1.99923
Asap, Telah terbakar	1.84724	0.22949	1.89981	1.32551
Asap, Terbakar	1.84790	1.36941	1.80923	1.67551
Asap, Lahan terbangun	1.74708	0.06878	2.00000	1.27195

Pada Tabel 6 nilai separabilitas terendah berada pada kelas asap dan awan, yaitu mencapai 0.09138. Nilai separabilitas antar kedua kelas menunjukkan kedua kelas memiliki keterpisahan yang dekat. Hal ini membuktikan kedua kelas tidak terpisahkan.

Pembagian Data

Pembagian data merupakan proses yang dilakukan sebelum klasifikasi data dengan menggunakan data yang sudah dilabelkan. Kemudian data tersebut dibagi menjadi data uji dan data latih dengan menggunakan *k-fold cross validation* yang terdapat pada *package caret* dalam perangkat lunak R. Data dibagi menjadi 10 *fold* ($k=10$) kelompok dimana 9/10 digunakan sebagai data latih dan 1/10 digunakan sebagai data uji. Data latih dari 10 kelompok diolah dengan menggunakan algoritme C5.0 yang digunakan sebagai model klasifikasi, sedangkan data uji digunakan untuk menghitung akurasi model klasifikasi. *K-fold cross validation* dengan $k=10$ akan mengulang percobaan sebanyak 10 kali, sehingga didapatkan data latih dan data uji yang berbeda, seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Jumlah data uji dan data latih untuk setiap *fold*

Fold ke-	Jumlah data uji	Jumlah data latih
1	594 667	5 351 992
2	594 667	5 351 992
3	594 664	5 351 995
4	594 666	5 351 993
5	594 666	5 351 993
6	594 666	5 351 993
7	594 667	5 351 992
8	594 665	5 351 994
9	594 667	5 351 992
10	594 664	5 351 995

Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra menggunakan algoritme keputusan C5.0 berdasarkan proses pembelajaran data latih. Algoritme C5.0 menghasilkan model klasifikasi berupa

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

model pohon (*node*) dan model berbasis aturan. Pada tahapan ini pemodelan dilakukan dengan menggunakan *package* C50. Jumlah model pohon (*node*) dan model berbasis aturan yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Jumlah *node* dari aturan model klasifikasi

Fold ke-	Jumlah <i>node</i>	Jumlah aturan	Akurasi (%)	Kappa
1	14389	5770	97.51	0.96
2	14679	6060	97.56	0.97
3	14371	5752	97.53	0.96
4	14931	6312	97.56	0.97
5	14565	5946	97.58	0.97
6	14436	5817	97.55	0.97
7	14373	5754	97.55	0.97
8	14554	5935	97.52	0.96
9	14646	6027	97.55	0.97
10	14549	5930	97.51	0.96

Evaluasi Model Klasifikasi

Pada evaluasi model klasifikasi dilakukan pemilihan model klasifikasi dengan mempertimbangkan hasil akurasi dan nilai kappa yang didapat dari pemodelan. Hasil pengujian menunjukkan akurasi dan nilai kappa tertinggi berapa pada *fold* ke-5 dimana akurasinya mencapai 97.58% dan koefisien kappa 0.97 untuk model pohon keputusan dan sebesar 97.51% dan 0.96 untuk model berbasis aturan. Berdasarkan tingkat akurasi tersebut, model pohon keputusan digunakan sebagai model klasifikasi untuk data uji. Aturan model pohon menghasilkan karakteristik untuk setiap kelas berdasarkan *band* yang digunakan. Karakteristik *band* dapat dilihat pada Tabel 7. *Rule* model klasifikasi dapat dilihat pada Lampiran 5.

Tabel 7 Jumlah *node* dari aturan model klasifikasi

Kelas	Nilai (X)		
	Band 5	Band 7	Band 1
Asap	$27083 > X \leq 27\ 673$	$12\ 537 > X \leq 12\ 996$	$24\ 601 > X \leq 24\ 903$
Awan	$18\ 308 > X \leq 19\ 085$	$9\ 205 > X \leq 9\ 653$	$14\ 878 > X \leq 15\ 604$
Badan air	$X \leq 19\ 085$	$8\ 765 > X \leq 9\ 421$	$16\ 346 > X \leq 16\ 939$
Bayangan	$15\ 015 > X \leq 16\ 271$	$X \leq 6\ 912$	$11\ 326 > X \leq 12\ 418$
Lahan terbangun	$X > 17\ 773$	$12\ 099 > X \leq 14\ 136$	$12\ 108 > X \leq 12\ 284$
Telah terbakar	$X \leq 13\ 208$	$9\ 121 > X \leq 10\ 088$	$X \leq 11\ 630$
Terbakar	$X \leq 14\ 623$	$10\ 698 > X \leq 14\ 136$	$X > 12\ 130$
Vegetasi	$X > 20\ 868$	$9\ 692 > X \leq 9\ 752$	$X \leq 18\ 162$

Nilai akurasi dari aturan model pohon dapat dihitung dengan menggunakan *confusion matrix*. Tabel 8 merupakan *confusion matrix* dari *fold* ke 5, serta untuk 9 *fold* lainnya dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 8 Confusion matrix fold ke-5

Kelas Aktual	Kelas Prediksi							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	93 896	6 099	2	0	0	2	0	594
B	3 225	64 749	257	4	0	65	0	214
C	0	1 401	97 952	24	0	3	0	2
D	1	14	87	24 440	0	8	0	110
E	0	0	0	0	25 778	197	0	12
F	4	79	0	6	7	72 228	0	96
G	3	20	3	0	2	40	24 303	5
H	930	540	20	73	25	160	0	176 896

A: Asap, B: Awan; C: Badan air, D: Bayangan, E: Lahan terbangun, F: Lahan terbakar, G: Terbakar, H: Vegetasi.

Berdasarkan hasil *confusion matrix* untuk *fold* ke-5, kemudian dilakukan evaluasi dengan melakukan perhitungan akurasi untuk mengetahui ketepatan hasil dari akurasi yang dibuat. Analisis akurasi dilakukan dengan perhitungan *commission error* dan *omission error*. Hasil perhitungan *commission error* dan *omission error* untuk *fold* ke-5 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil evaluasi setiap kelas berdasarkan *confusion matrix*

Kelas	Commission Error (%)	Omission Error (%)
Asap	6.66	4.25
Awan	5.50	11.18
Badan air	1.44	0.38
Bayangan	0.89	0.44
Lahan terbangun	0.80	0.13
Telah terbakar	0.27	0.65
Terbakar	0.30	0.00
Vegetasi	0.98	0.58

Berdasarkan hasil Tabel 9 diketahui bahwa *commission error* terbesar terdapat pada kelas asap dan kelas awan yaitu 6.66% dan 5.50%. Hal ini berarti pada kedua kelas tersebut terdapat piksel yang diklasifikasikan pada kelas yang salah di lapangan. Sedangkan *omission error* terbesar berada pada kelas asap dan kelas awan yaitu 4.25% dan 11.18%, hal ini terjadi karena piksel-piksel suatu area di lapangan tidak diklasifikasikan pada kelas yang benar.

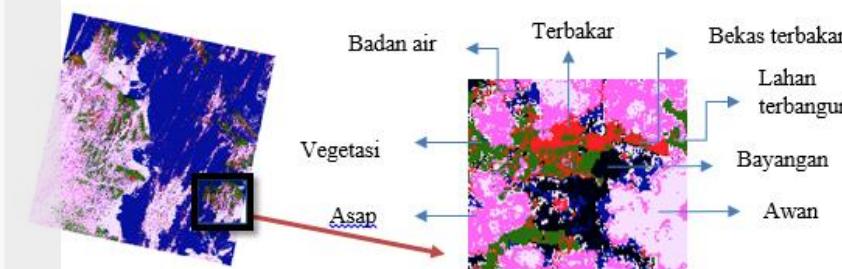
Setelah didapatkan model klasifikasi, selanjutnya dilakukan klasifikasi citra terhadap data citra. Hasil klasifikasi citra dapat dilihat pada Gambar 4. Warna hijau pada citra menunjukkan kelas vegetasi, merah menunjukkan kelas terbakar, biru menunjukkan badan air, merah muda menunjukkan daerah asap, putih menunjukkan awan, oranye menunjukkan lahan terbangun, dan coklat menunjukkan daerah telah terbakar.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

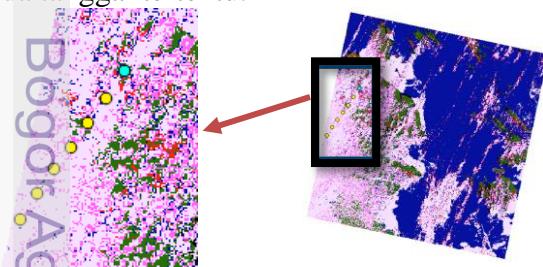


Gambar 4 Hasil klasifikasi citra 10 Maret 2014 path 125 dan row 060

Verifikasi Pola Sekuens Titik Panas

Pada tahapan ini dilakukan verifikasi pola dispersi kabut asap berdasarkan data penelitian Tyas (2018), yang memaparkan hasil simulasi *haze trajectory* pola dispersi persebaran kabut asap. Citra yang digunakan dalam proses verifikasi adalah citra dengan periode kebakaran 9 -11 Maret 2014, periode 3 - 4 September 2015 wilayah I, dan periode 3 - 4 September 2015 wilayah II. Verifikasi dilakukan dengan cara *overlay* citra hasil klasifikasi dengan data dispersi kabut asap. Namun sebelum melakukan *overlay*, proses yang dilakukan adalah pengecekan sistem proyeksi antara citra dan titik data dispersi kabut asap. Jika terdapat perbedaan proyeksi antara titik data dispersi kabut asap dan citra, maka dilakukan proses georeferensi. Proses georeferensi dilakukan dengan menggunakan submenu *georeference* pada perangkat lunak QGIS. Proses ini dilakukan dengan meng-*input* citra serta nilai *latitude* dan *longitude* pada setiap ujung citra, dan melakukan pengaturan proyeksi. Setelah memastikan proyeksi antara citra dan data dispersi kabut asap sama, maka dilakukan proses *overlay* terhadap data.

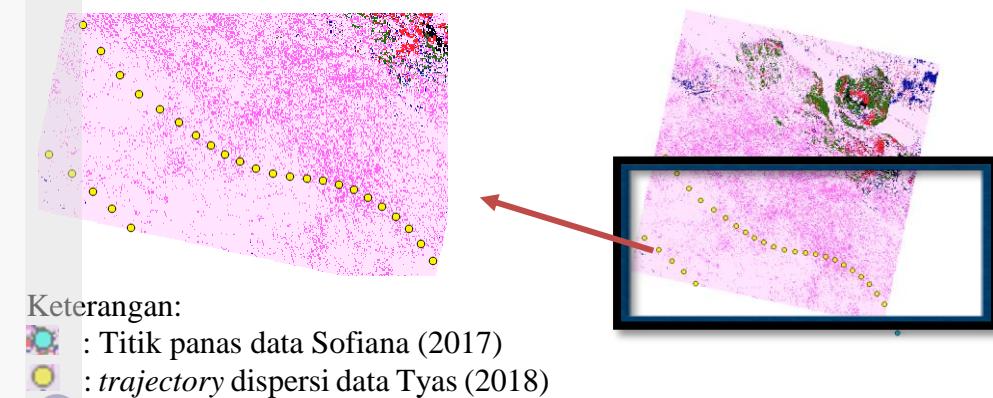
Pada saat melakukan proses *overlay*, data tersebut sesuai dengan pola *trajectory*nya. Data yang diverifikasi adalah data yang berada di dalam citra, sehingga perlu dilakukan seleksi terhadap data dispersi tersebut. Proses seleksi data dapat dilakukan dengan menu *select polygon* pada perangkat lunak QGIS. Hasil seleksi data dispersi pada masing-masing citra dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6, dan Gambar 7. Pada periode 9-11 Maret 2014, terdapat 7 titik yang dapat diverifikasi dari 31 titik dispersi kabut asap seperti terlihat pada Gambar 5. Pada periode 3 - 4 September 2015 untuk wilayah I, terdapat 28 titik dispersi kabut asap yang dapat diverifikasi dari 96 titik dispersi kabut asap seperti pada Gambar 6. Pada periode 3 – 4 September 2015 untuk wilayah II, terdapat 23 titik dispersi kabut asap yang diverifikasi dari 96 titik dispersi kabut asap seperti pada Gambar 7. Banyaknya titik yang tidak dapat diverifikasi dikarenakan satelit Landsat 8 hanya melalui suatu wilayah 16 hari sekali, sehingga ketersediaan citra Landsat untuk suatu area hanya ada pada tanggal tertentu.



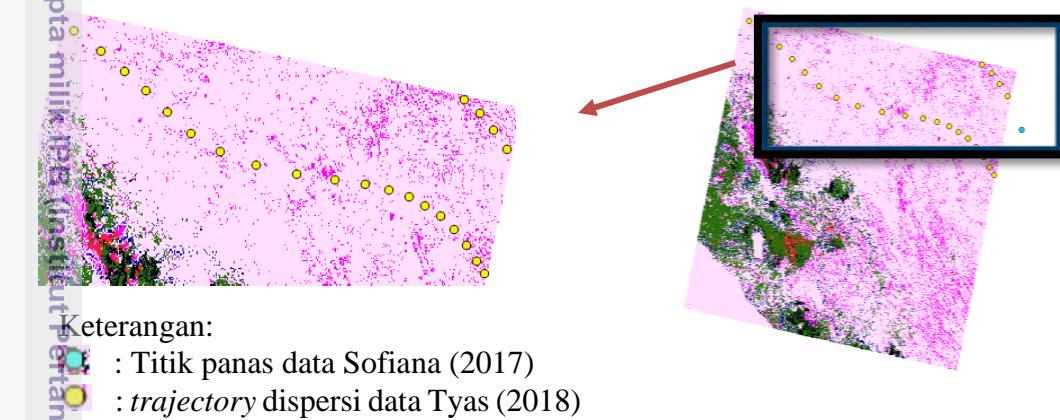
- Keterangan:
- : Titik panas data Sofiana (2017)
 - : *Trajectory* dispersi data Tyas (2018)

Gambar 5 Hasil seleksi pola dispersi kabut asap periode 9-11 Maret 2014

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

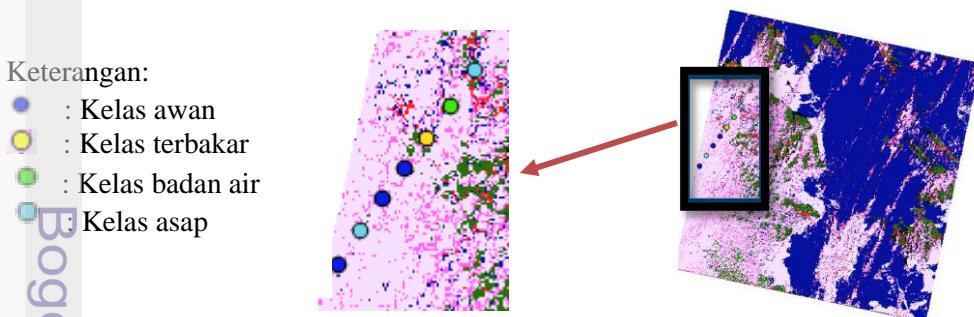


Gambar 6 Hasil seleksi pola dispersi kabut asap asap periode 3-4 September 2015 wilayah I



Gambar 7 Hasil seleksi pola dispersi kabut asap asap periode 3-4 September 2015 wilayah II

Proses selanjutnya yaitu dilakukan pemberian label terhadap data hasil seleksi dengan menggunakan menu *point sampling tools* pada perangkat lunak QGIS. Proses pemberian label dilakukan untuk memverifikasi simulasi dispersi berdasarkan data yang telah diseleksi. Contoh hasil pemberian label dapat dilihat pada Gambar 8 dengan Tabel 10, sedangkan hasil pemberian kelas untuk citra lainnya dapat dilihat pada Lampiran 7.



Gambar 8 Hasil pemberian label pada citra periode 9-11 Maret 2014

Tabel 10 Hasil pemberian label dalam proses verifikasi pada citra periode 9 – 11 Maret 2014

Day	Hour	Latitude	Longitude	Height	Pressure	Kelas
3	0	0.400	103.260	10	1011.200	1
3	1	0.325	103.211	10.3	1011.299	3
3	2	0.257	103.164	10.9	1011.299	7
3	3	0.194	103.117	12.1	1011.200	2
3	4	0.132	103.072	13.9	1010.000	2
3	5	0.067	103.028	17	1008.399	1
3	6	-0.003	102.983	22.5	1006.399	2

1: Asap, 2: Awan; 3: Badan air, 4: Bayangan, 5: Lahan terbangun, 6: Lahan terbakar, 7: Terbakar, 8: Vegetasi.

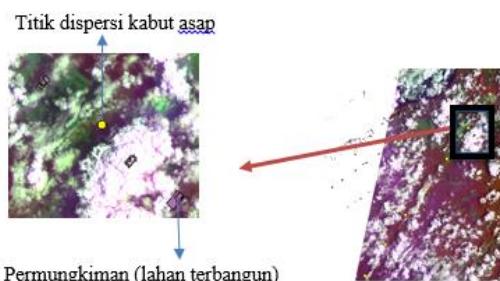
Hasil pemberian label menunjukkan bahwa posisi titik tidak selalu berada pada kelas asap. Hal ini disebabkan sudut pengambilan citra yang bervariasi. Persentase kemunculan masing-masing kelas untuk ketiga citra dapat dihitung dengan Persamaan (7) dan hasilnya ditunjukkan pada Tabel 11.

$$\text{Persentase anggota kelas} = \frac{\text{Jumlah anggota kelas}}{\text{Jumlah seluruh anggota keseluruhan}} \times 100\% \quad (7)$$

Tabel 11 Jumlah titik kabut asap untuk setiap kelas dari hasil *overlay* citra dan *trajectory*

Label	Jumlah Titik kabut asap	Persentase (%)	Rata-rata height (m AGL)	Rata-rata pressure (hPa)
Asap	10	17.24	192.61	967.94
Awan	46	79.31	256.44	982.89
Badan Air	1	1.72	10.3	1011.3
Bayangan	0	0	0	0
Lahan Terbangun	0	0	0	0
Telah Terbakar	0	0	0	0
Terbakar	1	1.72	10.9	1011.3
Vegetasi	0	0	0	0

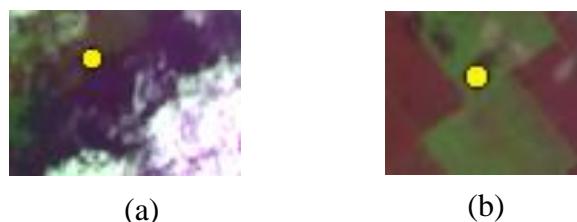
Berdasarkan hasil verifikasi dari ketiga periode kebakaran dapat disimpulkan bahwa data titik tumpang-tindih dengan daerah asap sebesar 17.24%, tumpang-tindih dengan daerah awan sebesar 79.31%, serta tumpang-tindih dengan daerah badan air dan terbakar masing-masing sebesar 1.72%. Pada daerah lahan terbangun tidak terdapat titik tumpang-tindih, hal ini disebabkan persebaran titik dispersi tidak tersebar pada wilayah lahan terbangun meskipun berada di bawah asap atau awan, seperti pada Gambar 9.



Gambar 9 Persebaran permungkiman (lahan terbangun) dengan titik dispersi kabut asap menggunakan kombinasi band 571

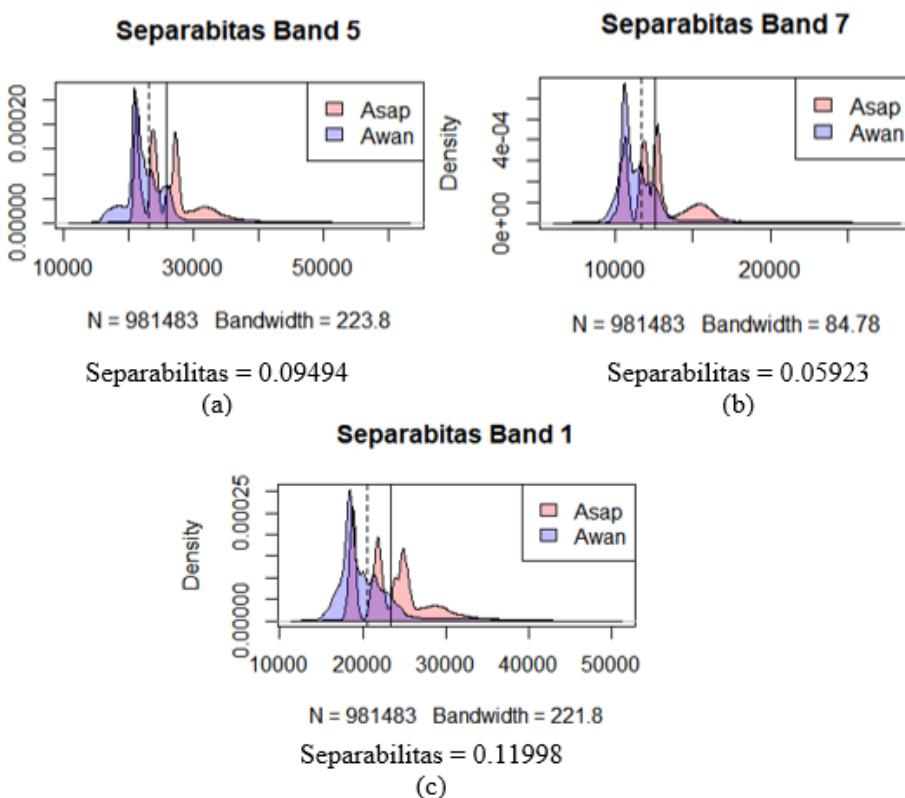
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Pada data yang terverifikasi ke dalam kelas badan air dan kelas terbakar disebabkan kenampakan data pada kedua kelas tersebut lebih mendominasi dibandingkan kenampakan asap. Hal tersebut dapat di lihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Kenampakan data yang terverifikasi ke dalam kelas (a) badan air dan (b) terbakar dari hasil simulasi menggunakan kombinasi *band* 571

Data yang terverifikasi kedalam kelas terbakar dapat diasumsikan kelas tersebut mengandung asap. Hal ini disebabkan setiap terjadi kebakaran lahan gambut, asap mulai terlihat pada waktu yang sama saat terjadinya kebakaran dalam radius tertentu. Berdasarkan analisis sebelumnya, rataan separabilitas dari kelas awan dan asap yaitu 0.09 dengan separabilitas masing-masing *band* seperti terlihat pada Gambar 11. Pada Gambar 11 masing-masing grafik menunjukkan kedua kelas tidak dapat dipisahkan. Selain itu hasil evaluasi untuk kelas asap dan awan, masing-masing menunjukkan tingkat *commission error* dan *ommion error* yang tinggi, sehingga kelas awan juga diasumsikan mengandung asap. Berdasarkan pemaparan tersebut disimpulkan bahwa persentase tingkat keakuratan antara hasil simulasi Tyas (2018) dengan keadaan aktual yang diperoleh dari citra mencapai 98.28%.



Gambar 11 Separabilitas kelas asap dan awan, (a) separabilitas *band* 5, (b) separabilitas *band* 7, (c) separabilitas *band* 1

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

© Hak cipta milik IPB Institut Pertanian Bogor

Bogor Agricultural University

Berdasarkan Tabel 11, rataan ketinggian dan tekanan kabut asap yang berbahaya menurut indek dispersi kabut asap adalah berada pada kelas terbakar dan badan air. Pada kelas terbakar, rataan ketinggian dan tekanan mencapai 10.9 m AGL dan 1011.3 hPa dengan 1 anggota. Pada kelas badan air, rataan ketinggian dan tekanan mencapai 10.3 m AGL dan 1011.3 hPa dengan 1 anggota. Sedangkan untuk kelas awan dan asap, meskipun memiliki nilai rata-rata ketinggian di atas 100, namun terdapat 5 anggota pada kelas asap dan 17 anggota pada kelas awan yang ketinggiannya dikategorikan berbahaya. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa dari 98.28% titik yang terverifikasi mengandung asap, sebanyak 41.38% titik berada pada ketinggian dan tekanan yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Klasifikasi citra satelit Landsat 8 menggunakan algoritme pohon keputusan berbasis C5.0 telah berhasil dilakukan. Nilai akurasi terbaik dari model klasifikasi yang didapatkan dalam percobaan mencapai 97.58% dan koefisien kappa 0.97. Akurasi terbaik dari klasifikasi tersebut menghasilkan 14 565 aturan. Hasil pengujian menunjukkan 17.24% titik berada pada kelas asap, 79.31% titik berada pada kelas awan, dan 1.72% berada pada kelas terbakar. Separabilitas antara kelas asap dan awan mencapai 0.09 yang memungkinkan kedua kelas mengandung asap. Hasil verifikasi dari penelitian ini menunjukkan 98.28% data terverifikasi dari hasil simulasi pola dispersi kabut asap Tyas (2018), dan 41.38% dari data terverifikasi berada pada ketinggian yang berbahaya.

Saran

Penelitian ini baru memverifikasi 58 titik yang berada pada citra Landsat 8. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan verifikasi terhadap keseluruhan titik simulasi dari penelitian Tyas (2018). Sebelum pengambilan citra label kelas, perlu dilakukan *overlay* terhadap peta masing-masing kelas agar posisi data yang diambil tepat, contohnya kelas awan ditumpang-tindihkan dengan peta cuaca untuk mendapatkan posisi awan. Selain itu, dapat pula dikembangkan aplikasi untuk memverifikasi data *trajectory* dengan menggunakan citra satelit.

DAFTAR PUSTAKA

Asti AD. 2017. Analisis *Cluster Trajectory* Kabut Asap Kebakaran Lahan Gambut di Sumatera Menggunakan HYSPPLIT dalam Paket OpenTraj [skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.

Charidin Y, Saptomo SK, Rudiyanto. 2015. Kuantifikasi Emisi Gas CO₂ dan Neraca Karbon Dalam Pengembangan Lahan Gambut Untuk Produksi



Biomasa yang Berkelanjutan [penelitian PUD]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Foody GM. 2017. Impacts of Sample Design for Validation Data on the Accuracy of Feedforward Neural Network Classification. 7: 1-15

Han J, Kamber M, Pei J. 2012. Data Mining: Concepts and Techniques. Ed ke-3. USA: Morgan Kaufmann.

Harris. 2016. The many band combination of Landsat 8 [internet]. [diakses 2018 Juni 23]. Tersedia pada: <https://www.harrisgeospatial.com/Support/MaintenanceDetail/TabId/3428/ArticleMID/13350/ArticleID/15691/The-Many-Band-Combinations-of-Landsat-8.aspx>

Jaya INS. 2009. *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Bogor (ID): Fakultas Kehutanan IPB.

[LAPAN]. 2015. LAPAN Perkirakan Luas dan Sebaran Daerah Terbakar di Indonesia [Internet]. [diakses 2017 Nov 17]. Tersedia pada: <https://www.lapan.go.id/index.php/subblog/read/2015/2052/LAPAN-Perkirakan-Luas-dan-Sebaran-Daerah-Terbakar-di-Indonesia>.

Mentari B. 2013. Identifikasi karakteristik dan pemetaan klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra landsat 8 (OLI) di Kabupaten Bogor [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor

Meliana O. 2016. Klasifikasi Lahan Gambut Yang Terbakar Di Kabupaten Ogan Komering Ilir Menggunakan Algoritme Random Forest Dan Algoritme C5.0 [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Noor YR, Heyde J. 2007. *Pengolahan Lahan Gambut Berbasis Masyarakat Indonesia*. Bogor (ID): Wetlands International.

[Pusat Pemanfaatan Pengindraan Jauh LAPAN]. 2015. *Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh Landsat 8 untuk Mangrove*. Jakarta (ID): Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh – LAPAN.

Putro AW. 2016. Identifikasi Karakteristik dan Pemetaan Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 (OLI) di Kabupaten Indragiri Hilir, Provinsi Riau [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Shofiana DA. 2017. Analisis Confidence Titik Panas sebagai Indikator Kebakaran Lahan Gambut Dengan Pendekatan Sequential Pattern Mining [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

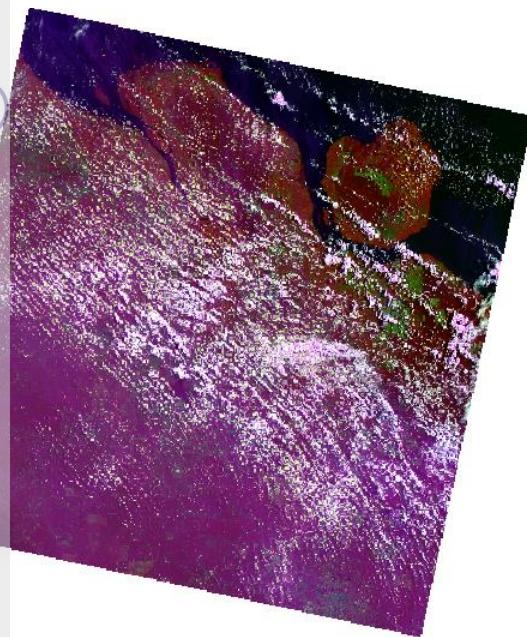
Thariqa P, Sitanggang IS, Syaufina L. 2016. Comparative Analysis of Spatial Decision Tree Algorithms for Burned Area of Peatland in Rokan Hilir Riau. TELKOMNIKA. 14(2).

Tyas DNS. 2018. Aplikasi Berbasis Web untuk Analisis Trajectory Kabut Asap dan Polutan dari Kebakaran Lahan Gambut di Pulau Sumatera [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

LAMPIRAN

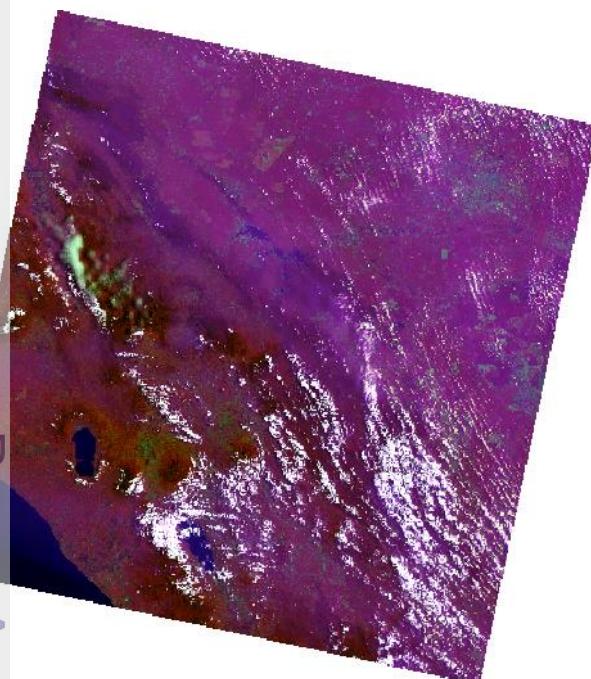
Lampiran 1 Citra hasil *composite band 571*

Citra periode 3-4 September wilayah I path 126 row 059



Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Citra periode 3-4 September wilayah II path 126 row 060



Bogor Agricultural U

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2 Karakteristik tutupan lahan

No	Kelas	Karakteristik tutupan lahan	Gambar pada citra kombinasi 754
1	Asap	Asap tebal	
		Asap tipis	
		Asap campuran awan	
		Asap Sedang	
2	Awan	Awan tebal	
		Awan sedang	
		Awan tipis	
3	Badan air	Badan air	
		Sawah baru tanam	
		Danau waduk	
5	Vegetasi	Semak/belukar	
		Sawah	

Lampiran 2 Lanjutan

No	Kelas	Karakteristik tutupan lahan	Gambar pada citra kombinasi 754
		Hutan mangrove	
		Perkebunan karet	
		Rawa	
		Hutan tanaman akasia	
		Hutan tutupan rapat	
6	Lahan terbangun	Lahan terbangun	
7	Telah terbakar	Lahan terbuka	
		Bekas terbakar (sebagian)	
		Bekas terbakar (parah)	
8	Terbakar	Terbakar	

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 3 Separabilitas Kelas

Separabilitas kelas awan

Objek	Band 5	Band 7	Band 1	Rata-rata
Awan, Badan air	0.88104	0.75126	0.55620	0.72950
Awan, Bayangan	1.38436	1.38436	2.00000	1.58957
Awan, Lahan terbangun	1.38436	0.25838	1.99995	1.21423
Awan, Telah terbakar	1.55294	0.16627	1.65131	1.12351
Awan, Terbakar	1.54084	1.19385	1.41755	1.38408
Awan, Vegetasi	0.63808	0.99950	1.07595	0.90451

Separabilitas kelas badan air

Objek	Band 5	Band 7	Band 1	Rata-rata
Badan air, Bayangan	0.69685	1.58749	1.96984	1.41706
Badan air, Lahan terbangun	0.28428	1.44886	1.89418	1.20911
Badan air, Telah terbakar	0.33898	0.86453	0.61124	0.60492
Badan air, Terbakar	0.55517	1.91645	0.21463	0.89541
Badan air, Vegetasi	0.77268	0.01919	0.23944	0.34377

Separabilitas kelas bayangan

Objek	Band 5	Band 7	Band 1	Rata-rata
Bayangan, Lahan terbangun	0.94560	2.00000	0.09170	1.01243
Bayangan, Telah terbakar	1.97681	1.99917	2.00000	1.99200
Bayangan, Terbakar	1.24818	2.00000	1.74423	1.66414
Bayangan, Vegetasi	1.77408	1.40554	1.50376	1.56113

Separabilitas kelas lahan terbangun

Objek	Band 5	Band 7	Band 1	Rata-rata
Lahan terbangun, Telah terbakar	0.00848	0.44514	0.65742	0.37035
Lahan terbangun, Terbakar	0.04800	1.64627	1.60770	1.10066
Lahan terbangun, Vegetasi	0.55587	1.63103	1.25129	1.14606

Separabilitas kelas telah terbakar

Objek	Band 5	Band 7	Band 1	Rata-rata
Telah terbakar, Terbakar	1.54084	1.19385	1.41755	1.38408
Telah terbakar, Vegetasi	0.63808	0.99950	1.07595	0.90451

Separabilitas kelas

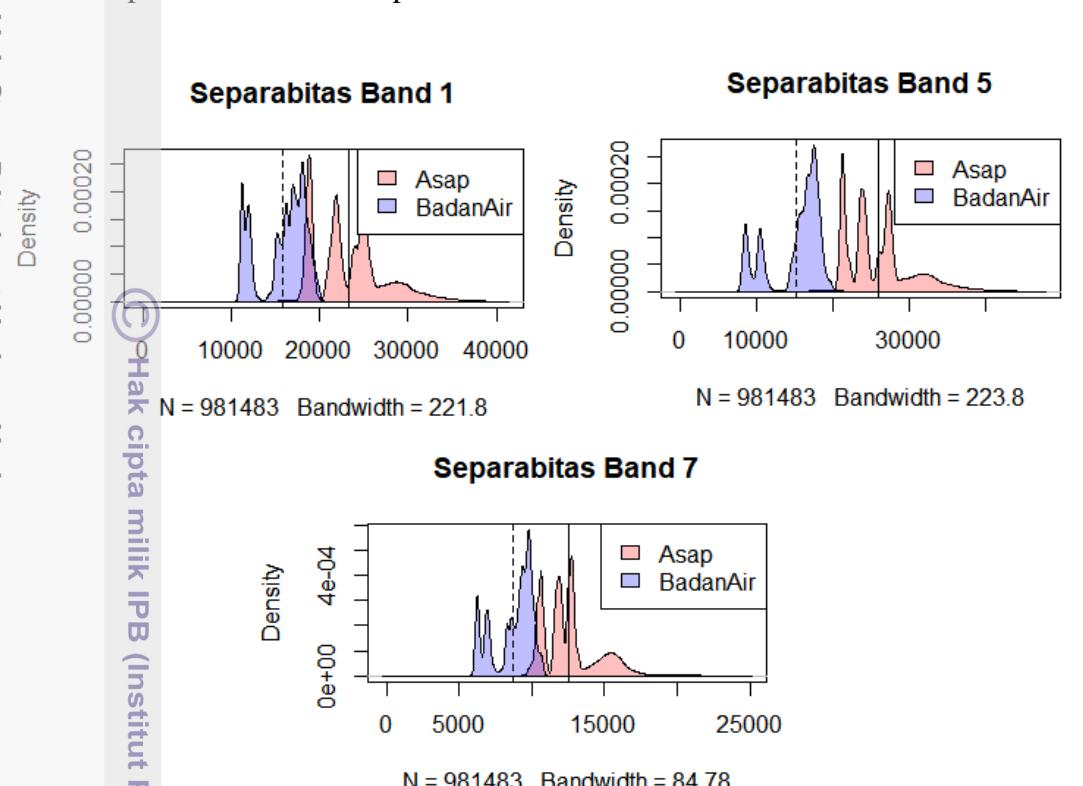
Objek	Band 5	Band 7	Band 1	Rata-rata
Terbakar, Vegetasi	0.50116	1.97222	0.24522	0.90620

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

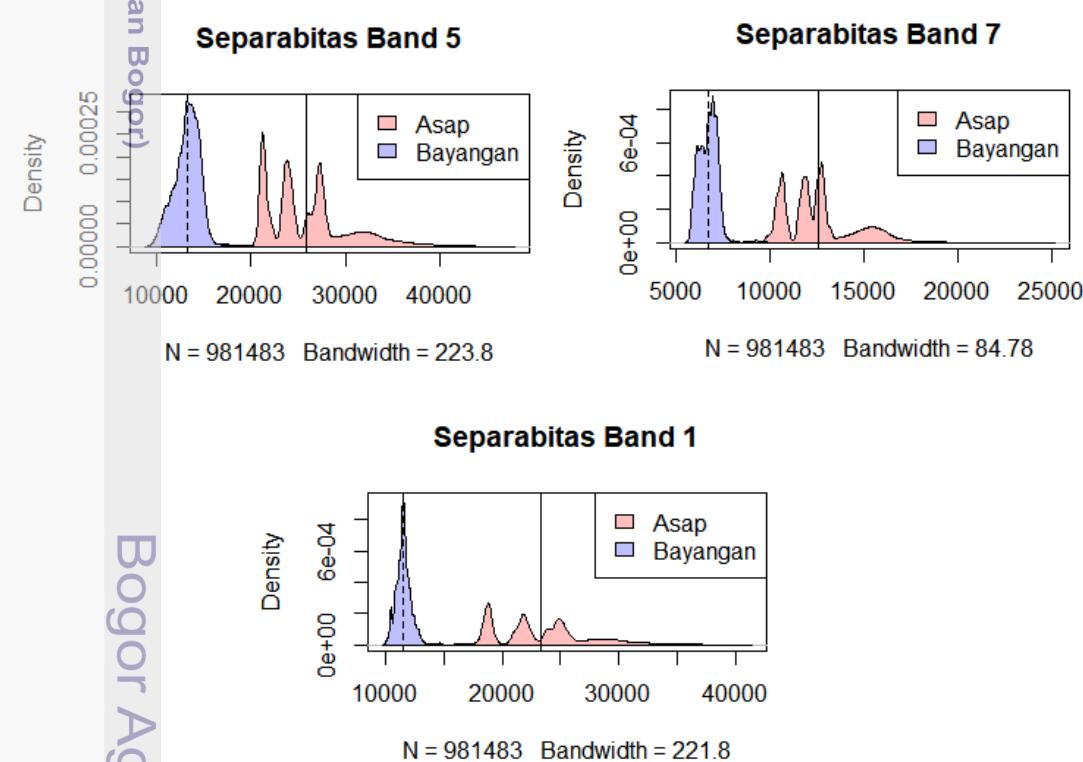
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 4 Grafik separabilitas kelas asap

Grafik separabilitas kelas Asap dan Badan air



Grafik separabilitas kelas Asap dan Bayangan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

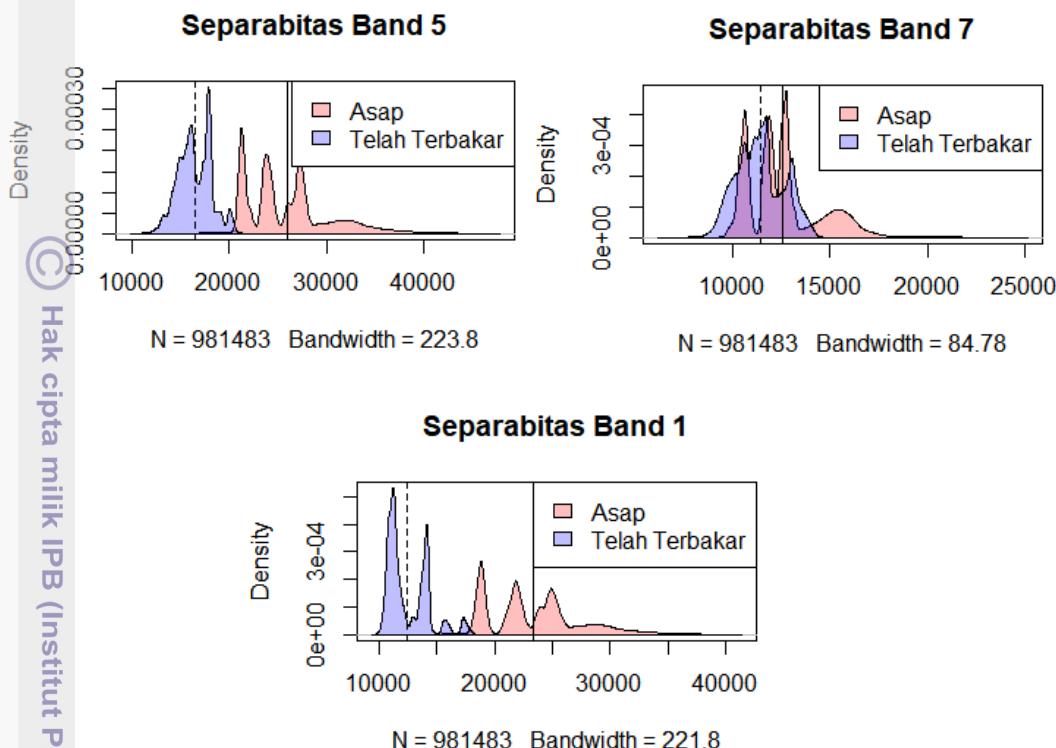
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

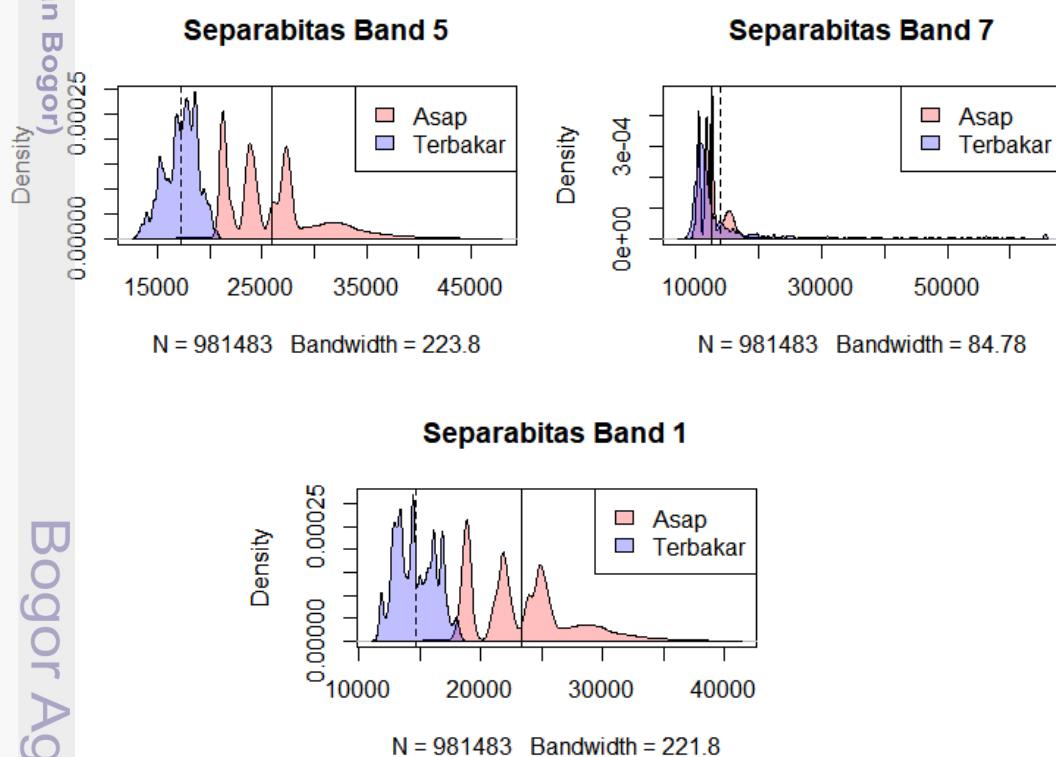
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 4 Lanjutan

Grafik separabilitas kelas Asap dan Telah terbakar



Grafik separabilitas kelas Asap dan Terbakar

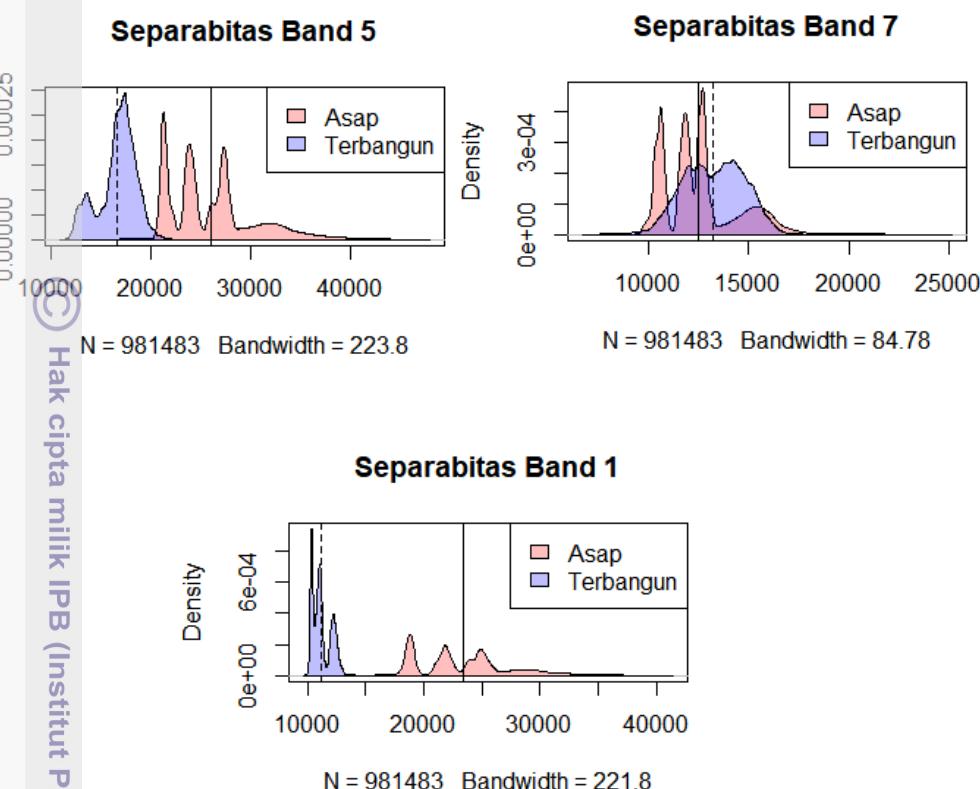


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

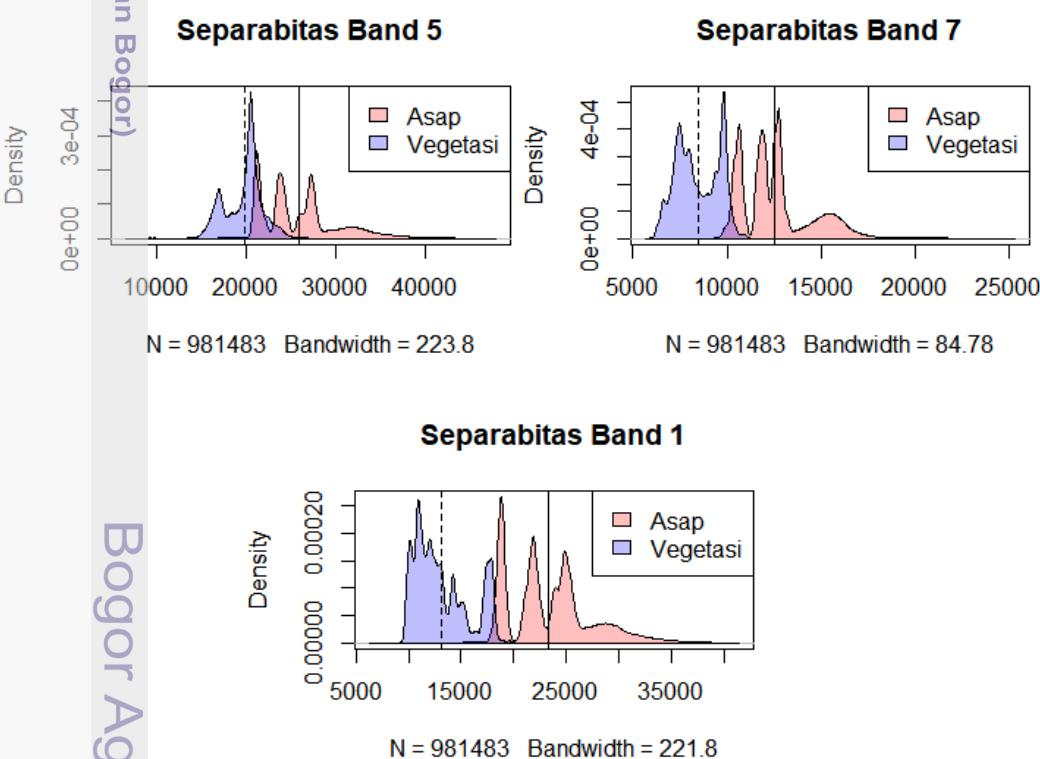
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 4 Lanjutan

Grafik separabilitas kelas Asap dan Lahan terbangun



Grafik separabilitas kelas Asap dan Vegetasi



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Hasil rule fold ke-5 model pohon

```

Band5 > 16185: Telah Terbakar (4)
SubTree [S1846]
Band1 <= 10664: Telah Terbakar (15)
Band1 > 10664: Lahan Terbangun (14)
SubTree [S1847]
Band5 <= 13307: Telah Terbakar (2)
Band5 > 13307: Lahan Terbangun (130)
SubTree [S1848]
Band7 <= 12287: Telah Terbakar (5)
Band7 > 12287: Lahan Terbangun (7)
SubTree [S1849]
Band7 <= 12278: Telah Terbakar (83)
Band7 > 12278:
....Band7 <= 12295: Lahan Terbangun (17)
    Band7 > 12295:
        ....Band7 <= 12417: Telah Terbakar (23)
            Band7 > 12417: Lahan Terbangun (13)
SubTree [S1850]
Band5 <= 14484: Lahan Terbangun (12)
Band5 > 14484: Telah Terbakar (4)
SubTree [S1851]
Band5 <= 14802: Telah Terbakar (106)
Band5 > 14802: Lahan Terbangun (15)
SubTree [S1852]
Band1 > 10584: Telah Terbakar (154)
Band1 <= 10584:
....Band5 <= 15034: Lahan Terbangun (22)
    Band5 > 15034: Telah Terbakar (4)
SubTree [S1853]
Band5 <= 15118: Lahan Terbangun (25)
Band5 > 15118: Telah Terbakar (12)
SubTree [S1854]
Band7 <= 11876: Telah Terbakar (13)
Band7 > 11876: Lahan Terbangun (11)
SubTree [S1855]
Band7 <= 11890: Telah Terbakar (22)
Band7 > 11890:
....Band1 > 10615: Lahan Terbangun (28)
    Band1 <= 10615:
        ....Band5 > 15206:
            ....Band1 <= 10612: Lahan Terbangun (49/1)
                ....Band1 > 10612: Telah Terbakar (2)
            Band5 <= 15206:
                ....Band7 > 12091: Telah Terbakar (44)
                    Band7 <= 12091:
                        ....Band5 > 15077: Telah Terbakar (19)
                            Band5 <= 15077:
                                ....Band5 <= 15004:
                                    ....Band7 <= 11898: Lahan Terbangun (17)
                                        ....Band7 > 11898: Telah Terbakar (24)
                                Band5 > 15004:
                                    ....Band7 <= 11940: Telah Terbakar (2)
                                        ....Band7 > 11940: Lahan Terbangun (38)
SubTree [S1856]

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Lanjutan

```

Band5 > 14809: Telah Terbakar (20)
Band5 <= 14809:
....Band5 > 14758:
....Band7 <= 12118: Lahan Terbangun (41)
: Band7 > 12118: Telah Terbakar (2)
Band5 <= 14758:
....Band5 > 14542: Telah Terbakar (65)
Band5 <= 14542:
....Band5 <= 14187:
....Band7 <= 12119:
....Band7 > 11679: Telah Terbakar (104)
: Band7 <= 11679:
: ....Band7 <= 11645: Telah Terbakar (30)
: Band7 > 11645: Lahan Terbangun (16)
Band7 > 12119:
....Band5 > 13841: Telah Terbakar (21)
Band5 <= 13841:
....Band1 <= 10546: Lahan Terbangun (76)
Band1 > 10546:
....Band1 <= 10558: Telah Terbakar (14)
Band1 > 10558:
....Band1 <= 10568: Lahan Terbangun (47/1)
Band1 > 10568: Telah Terbakar (2)
Band5 > 14187:
....Band5 <= 14248: Lahan Terbangun (45)
Band5 > 14248:
....Band5 <= 14289: Telah Terbakar (7)
Band5 > 14289:
....Band5 <= 14400: Lahan Terbangun (45)
Band5 > 14400:
....Band5 <= 14428: Telah Terbakar (14)
Band5 > 14428:
....Band5 <= 14463: Lahan Terbangun (41)
Band5 > 14463:
....Band5 <= 14512: Telah Terbakar (19)
Band5 > 14512:
....Band1 <= 10570: Lahan Terbangun (14)

Band1 > 10570:
....Band5 <= 14514: Lahan Terbangun (14)
Band5 > 14514: Telah Terbakar (3)

Subtree [S1857]
Band5 <= 14769: Lahan Terbangun (4)
Band5 > 14769: Telah Terbakar (2)

Subtree [S1858]
Band7 <= 12460: Lahan Terbangun (12)
Band7 > 12460: Telah Terbakar (12)

SubTree [S1859]
Band5 <= 15132: Telah Terbakar (782)
Band5 > 15132:
....Band5 <= 15133: Lahan Terbangun (18)
Band5 > 15133:
....Band5 <= 15387: Telah Terbakar (848)
Band5 > 15387:
....Band5 > 15389: Telah Terbakar (135)
Band5 <= 15389:
....Band7 <= 12698: Lahan Terbangun (10)
Band7 > 12698: Telah Terbakar (4)

Subtree [S1860]
Band5 > 15291: Lahan Terbangun (16)
Band5 <= 15291:
....Band1 <= 10981:
....Band5 <= 15206: Telah Terbakar (91)
....Band5 > 15206:
....Band5 <= 15210: Lahan Terbangun (7)
....Band5 > 15210: Telah Terbakar (69)
Band1 > 10981:

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Lanjutan

```
:... Band1 <= 10988:  
  :... Band5 <= 15186: Lahan Terbangun (26)  
  :  Band5 > 15186: Telah Terbakar (2)  
 Band1 > 10988:  
  :... Band1 <= 11026: Telah Terbakar (60)  
    Band1 > 11026:  
      ... Band5 <= 15263: Lahan Terbangun (14)  
        Band5 > 15263: Telah Terbakar (6)  
  
SubTree [S1861]  
  
Band1 <= 10678: Telah Terbakar (42)  
Band1 > 10678:  
  ... Band7 <= 12210: Telah Terbakar (4)  
    Band7 > 12210: Lahan Terbangun (10)  
  
SubTree [S1862]  
  
Band5 > 14743: Lahan Terbangun (27)  
Band5 <= 14743:  
  ... Band5 <= 14741: Lahan Terbangun (24)  
    Band5 > 14741: Telah Terbakar (7)  
  
SubTree [S1863]  
  
Band7 <= 12943: Lahan Terbangun (22)  
Band7 > 12943: Telah Terbakar (2)  
  
SubTree [S1864]  
  
Band5 <= 14908: Telah Terbakar (409)  
Band5 > 14908:  
  ... Band5 <= 14909: Lahan Terbangun (15)  
    Band5 > 14909:  
      ... Band5 > 15433:  
        ... Band5 <= 15436: Lahan Terbangun (15)  
          Band5 > 15436: Telah Terbakar (8)  
        Band5 <= 15433:  
  
        ... Band1 <= 10732: Telah Terbakar (537/2)  
          Band1 > 10732:  
            ... Band1 <= 10733:  
              ... Band5 <= 15111: Lahan Terbangun (26)  
                Band5 > 15111: Telah Terbakar (6)  
              Band1 > 10733:  
                ... Band7 <= 12841: Telah Terbakar (205)  
                  Band7 > 12841:  
                    ... Band7 > 12870: Telah Terbakar (106)  
                      Band7 <= 12870:  
                        ... Band1 <= 10751: Telah Terbakar (17)  
                          Band1 > 10751:  
                            ... Band1 > 10760: Telah Terbakar (6)  
                              Band1 <= 10760:  
                                ... Band1 > 10759: Lahan Terbangun (21)  
                                  Band1 <= 10759:  
                                    ... Band7 <= 12861: Telah Terbakar (7)  
                                      Band7 > 12861: Lahan Terbangun (19)  
  
SubTree [S1865]  
  
Band1 <= 11301: Lahan Terbangun (20)  
Band1 > 11301: Telah Terbakar (2)  
  
SubTree [S1866]  
  
Band1 <= 10913: Telah Terbakar (52)  
Band1 > 10913: Lahan Terbangun (15)
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Lanjutan

```

Band7 <= 13453: Lahan Terbangun (29)
Band7 > 13453:
:... Band7 <= 13471: Telah Terbakar (15)
  Band7 > 13471:
    :... Band7 <= 13482: Lahan Terbangun (36)
      Band7 > 13482:
        :... Band7 <= 13507: Telah Terbakar (19)
          Band7 > 13507: Lahan Terbangun (6)

SubTree [s1868]
Band1 > 10987: Telah Terbakar (7)
Band1 <= 10987:
:... Band1 > 10984: Lahan Terbangun (27)
  Band1 <= 10984:
    :... Band5 <= 16352: Telah Terbakar (2)
      Band5 > 16352: Lahan Terbangun (11)

SubTree [s1869]
Band5 <= 16439: Telah Terbakar (35)
Band5 > 16439:
:... Band1 <= 10688:
  :... Band7 <= 14055: Lahan Terbangun (13)
  :... Band7 > 14055: Telah Terbakar (21)
  Band1 > 10688:
    :... Band5 > 16960: Lahan Terbangun (29)
      Band5 <= 16960:
        :... Band5 > 16786: Telah Terbakar (10)
        Band5 <= 16786:
          :... Band5 > 16695: Lahan Terbangun (40)
          Band5 <= 16695:
            :... Band5 > 16633: Telah Terbakar (18)
            Band5 <= 16633:
              :... Band1 <= 10748:
                :... Band7 > 14109: Lahan Terbangun (32)
                :... Band7 <= 14109:
                  :... Band5 <= 16459: Lahan Terbangun (20)
                  :... Band5 > 16459: Telah Terbakar (2)
                  Band1 > 10748:
                    :... Band7 <= 14069: Lahan Terbangun (13)
                    Band7 > 14069:
                      :... Band5 <= 16485: Lahan Terbangun (7)
                      Band5 > 16485: Telah Terbakar (12)

SubTree [s1870]
Band1 <= 10876: Telah Terbakar (10)
Band1 > 10876:
:... Band1 > 10924: Lahan Terbangun (22)
  Band1 <= 10924:
    :... Band5 <= 16278: Telah Terbakar (6)
    Band5 > 16278:
      :... Band1 <= 10915: Lahan Terbangun (20)
      Band1 > 10915: Telah Terbakar (2)

SubTree [s1871]
Band1 <= 10734: Lahan Terbangun (45)
Band1 > 10734: Telah Terbakar (5)

SubTree [s1872]
Band5 <= 16434: Lahan Terbangun (101)
Band5 > 16434:
:... Band7 <= 13821: Lahan Terbangun (22)
  Band7 > 13821: Telah Terbakar (6)

SubTree [s1873]
Band5 <= 16167: Lahan Terbangun (25)
Band5 > 16167: Telah Terbakar (31)

```

- 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:**
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Lanjutan

```
SubTree [S1874]
Band5 > 16243: Telah Terbakar (11)
Band5 <= 16243:
... Band1 <= 10896: Lahan Terbangun (30)
  Band1 > 10896: Telah Terbakar (3)

SubTree [S1875]
Band5 <= 16253: Lahan Terbangun (28)

Band5 > 16253: Telah Terbakar (3)

SubTree [S1876]
Band5 <= 16286: Lahan Terbangun (178)
Band5 > 16286:
... Band5 <= 16290: Telah Terbakar (4)
  Band5 > 16290: Lahan Terbangun (38)

SubTree [S1877]
Band1 > 10839: Telah Terbakar (6)
Band1 <= 10839:
... Band1 <= 10586: Lahan Terbangun (24)
  Band1 > 10586:
    ... Band1 <= 10604: Telah Terbakar (22)
      Band1 > 10604:
        ... Band7 <= 13770:
          ... Band1 <= 10630: Lahan Terbangun (63)
            Band1 > 10630:
              ... Band1 <= 10738: Telah Terbakar (13)
                Band1 > 10738:
                  ... Band5 <= 16176: Telah Terbakar (2)
                    Band5 > 16176: Lahan Terbangun (61)
          Band7 > 13770:
            ... Band1 <= 10669: Telah Terbakar (10)
              Band1 > 10669:
                ... Band1 <= 10694: Lahan Terbangun (60)
                  Band1 > 10694:
                    ... Band1 <= 10729: Telah Terbakar (10)
                      Band1 > 10729:
                        ... Band1 <= 10745: Lahan Terbangun (49)
                          Band1 > 10745:
                            ... Band1 <= 10794: Telah Terbakar (33)
                              Band1 > 10794:
                                ... Band5 <= 16195: Lahan Terbangun (35)
                                  Band5 > 16195:
                                    ... Band7 <= 13964: Telah Terbakar (13)

          Band7 > 13964: Lahan Terbangun (32)

SubTree [S1878]
Band1 > 10855: Telah Terbakar (13)
Band1 <= 10855:
... Band5 > 16569: Lahan Terbangun (12)
  Band5 <= 16569:
    ... Band5 <= 16509: Lahan Terbangun (11)
      Band5 > 16509: Telah Terbakar (5)

SubTree [S1879]
Band1 <= 10615: Telah Terbakar (6)
Band1 > 10615:
... Band5 <= 16494: Telah Terbakar (4)
  Band5 > 16494:
    ... Band1 <= 10696: Lahan Terbangun (101)
      Band1 > 10696:
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Lanjutan

```

....Band7 <= 13740: Lahan Terbangun (59)
Band7 > 13740:
....Band5 <= 16503: Lahan Terbangun (11)
Band5 > 16503: Telah Terbakar (16)

SubTree [S1880]
Band7 <= 13792: Lahan Terbangun (320)
Band7 > 13792:
....Band5 <= 16697: Lahan Terbangun (10)
Band5 > 16697: Telah Terbakar (4)

SubTree [S1881]
Band7 > 13759: Lahan Terbangun (125)
Band7 <= 13759:
....Band5 > 13735: Telah Terbakar (11)
Band5 <= 13735:
....Band1 <= 10798:
....Band1 > 10756: Telah Terbakar (16)
Band1 <= 10756:
....Band7 <= 13621: Telah Terbakar (6)
Band7 > 13621:
....Band1 <= 10597: Telah Terbakar (2)
Band1 > 10597: Lahan Terbangun (35/1)
Band1 > 10798:
....Band1 > 10943: Telah Terbakar (5)
Band1 <= 10943:
....Band7 > 13559: Lahan Terbangun (193)
Band7 <= 13559:
....Band5 <= 16970: Lahan Terbangun (8)
Band5 > 16970: Telah Terbakar (6)

SubTree [S1882]
Band1 <= 10767: Lahan Terbangun (65)
Band1 > 10767:
....Band5 <= 16844: Telah Terbakar (6)
Band5 > 16844: Lahan Terbangun (12)

SubTree [S1883]
Band7 <= 13900: Telah Terbakar (6)
Band7 > 13900:
....Band7 <= 13986:
....Band5 <= 16735: Lahan Terbangun (5)
Band5 > 16735: Telah Terbakar (5)
Band7 <= 13986:
....Band5 > 16813: Lahan Terbangun (116)
Band5 <= 16813:
....Band7 > 13975: Telah Terbakar (10)
Band7 <= 13975:
....Band1 <= 10816: Lahan Terbangun (66)
Band1 > 10816:
....Band1 <= 10824: Telah Terbakar (8)
Band1 > 10824:
....Band1 > 10951: Lahan Terbangun (63)
Band1 <= 10951:
....Band1 > 10909: Telah Terbakar (8)
Band1 <= 10909:
....Band7 > 13941: Lahan Terbangun (85)
Band7 <= 13941:
....Band1 > 10867: Telah Terbakar (6)
Band1 <= 10867:
....Band7 > 13929: Lahan Terbangun (38)
Band7 <= 13929:
....Band7 <= 13921: Lahan Terbangun (8)
Band7 > 13921: Telah Terbakar (7)

SubTree [S1884]
Band5 > 15171: Lahan Terbangun (31)
Band5 <= 15171:

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Lanjutan

```
....Band5 > 15141: Telah Terbakar (15)
Band5 <= 15141:
....Band1 <= 10921: Lahan Terbangun (15)
Band1 > 10921:
....Band5 <= 15090: Lahan Terbangun (11)
Band5 > 15090: Telah Terbakar (10)

SubTree [S1885]
Band5 <= 15685: Telah Terbakar (4)
Band5 > 15685: Lahan Terbangun (16)

SubTree [S1886]
Band5 <= 15457: Lahan Terbangun (17)
Band5 > 15457: Telah Terbakar (7)

SubTree [S1887]
Band5 <= 15656: Lahan Terbangun (25)
Band5 > 15656: Telah Terbakar (54)

SubTree [S1888]
Band5 <= 15461: Telah Terbakar (8)
Band5 > 15461: Lahan Terbangun (16)

SubTree [S1889]
Band1 <= 11006: Telah Terbakar (79)
Band1 > 11006:
....Band5 <= 15638: Telah Terbakar (5)
Band5 > 15638: Lahan Terbangun (11)

SubTree [S1890]
Band7 <= 13832: Telah Terbakar (22)
Band7 > 13832: Lahan Terbangun (11)

SubTree [S1891]
Band7 <= 13499: Telah Terbakar (9)
Band7 > 13499:
....Band5 > 15479: Lahan Terbangun (118)
Band5 <= 15479:
....Band5 > 15459: Telah Terbakar (7)
Band5 <= 15459:
....Band1 <= 10822: Lahan Terbangun (38)
Band1 > 10822:
....Band7 <= 13583: Lahan Terbangun (12)
Band7 > 13583: Telah Terbakar (5)

SubTree [S1892]
Band5 <= 15612: Telah Terbakar (21)
Band5 > 15612:
....Band1 > 10896: Telah Terbakar (11)

Band1 <= 10896:
....Band1 > 10870: Lahan Terbangun (43)
Band1 <= 10870:
....Band5 > 15641: Telah Terbakar (13)
Band5 <= 15641:
....Band1 > 10845: Telah Terbakar (4)
Band1 <= 10845:
....Band1 <= 10809: Telah Terbakar (2)
Band1 > 10809: Lahan Terbangun (55)
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Lanjutan

```

SubTree [S1893]
Band5 <= 15866: Lahan Terbangun (16)
Band5 > 15866: Telah Terbakar (3)

SubTree [S1894]
Band7 <= 13422: Lahan Terbangun (23)
Band7 > 13422: Telah Terbakar (42)

SubTree [S1895]
Band5 > 15802: Telah Terbakar (32)
Band5 <= 15802:
....Band7 > 13596: Telah Terbakar (17)
    Band7 <= 13596:
        ....Band7 <= 13487: Lahan Terbangun (20)
        Band7 > 13487:
            ....Band7 <= 13537: Telah Terbakar (13)
            Band7 > 13537:
                ....Band5 <= 15783: Telah Terbakar (4)
                Band5 > 15783: Lahan Terbangun (26)

SubTree [S1896]
Band5 > 16080: Telah Terbakar (4)
Band5 <= 16080:
....Band7 > 15967: Lahan Terbangun (110)
    Band7 <= 15967:
        ....Band7 > 13556: Telah Terbakar (17)
        Band7 <= 13556:
            ....Band5 <= 15896: Lahan Terbangun (53)
            Band5 > 15896: Telah Terbakar (2)

SubTree [S1897]
Band1 > 10992: Telah Terbakar (25)
Band1 <= 10992:
....Band7 > 13510:
    ....Band1 <= 10894: Lahan Terbangun (14)
    ....Band1 > 10894: Telah Terbakar (36)
    Band7 <= 13510:
        ....Band7 <= 13450:
            ....Band7 <= 13448: Telah Terbakar (4)
            ....Band7 > 13448: Lahan Terbangun (35)
    Band7 > 13450:
        ....Band1 <= 10904: Telah Terbakar (14)
        ....Band1 > 10904:
            ....Band5 <= 15850: Lahan Terbangun (28)
            ....Band5 > 15850:
                ....Band1 <= 10919:
                    ....Band7 <= 13495: Lahan Terbangun (27)
                    ....Band7 > 13495: Telah Terbakar (2)
                ....Band1 > 10919:
                    ....Band7 <= 13500: Telah Terbakar (36)
                    ....Band7 > 13500: Lahan Terbangun (26)

SubTree [S1898]
Band5 <= 15858: Telah Terbakar (6)
Band5 > 15858:
....Band7 > 11000: Lahan Terbangun (79)
    Band7 <= 11000:
        ....Band7 > 13617: Telah Terbakar (36)
        ....Band7 <= 13617:

```

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Lanjutan

```
:...Band5 <= 15917: Telah Terbakar (12)
Band5 > 15917:
:...Band5 <= 15987: Lahan Terbangun (68)
Band5 > 15987:
:...Band5 <= 16015: Telah Terbakar (10)
Band5 > 16015:
:...Band7 > 13582: Lahan Terbangun (33)
Band7 <= 13582:
:...Band5 <= 16043: Lahan Terbangun (15)
Band5 > 16043: Telah Terbakar (2)

Subtree [S1899]
Band7 <= 13702: Telah Terbakar (13)
Band7 > 13702:
:...Band7 <= 13704: Lahan Terbangun (27)
Band7 > 13704: Telah Terbakar (4)

Subtree [S1900]
Band7 <= 13714: Lahan Terbangun (74)
Band7 > 13714:
:...Band7 <= 13734:
:...Band1 <= 10824: Telah Terbakar (13)
Band1 > 10824:
:...Band1 <= 10941: Lahan Terbangun (41)
Band1 > 10941: Telah Terbakar (8)
Band7 > 13734:
:...Band5 <= 15783: Telah Terbakar (15)
Band5 > 15783:
:...Band1 <= 10726:
:...Band5 <= 16007: Lahan Terbangun (136)
:...Band5 > 16007: Telah Terbakar (3)
Band1 > 10726:
:...Band1 <= 10780:
:...Band5 > 15937: Telah Terbakar (13)
:...Band5 <= 15937:
:...Band7 <= 13808: Telah Terbakar (4)
Band7 > 13808:
:...Band7 <= 13979: Lahan Terbangun (26)
Band7 > 13979: Telah Terbakar (2)
Band1 > 10780:
:...Band1 > 11039: Lahan Terbangun (71)
Band1 <= 11039:
:...Band5 <= 15937:
:...Band5 > 15917: Telah Terbakar (22)
:...Band5 <= 15917:
:...Band1 > 10989: Telah Terbakar (11)
Band1 <= 10989:
:...Band7 > 14013: Telah Terbakar (4)
Band7 <= 14013:
:...Band7 > 13838: Lahan Terbangun (113)
Band7 <= 13838:
:...Band7 <= 13783: Lahan Terbangun (59)
Band7 > 13783: Telah Terbakar (12)
Band5 > 15937:
:...Band1 <= 10897:
:...Band1 > 10883: Telah Terbakar (10)
:...Band1 <= 10883:
:...Band5 <= 15976: Telah Terbakar (11)
Band5 > 15976:
:...Band7 <= 13778: Telah Terbakar (6)
Band7 > 13778: Lahan Terbangun (75)
Band1 > 10897:
:...Band7 > 13896: Lahan Terbangun (160)
Band7 <= 13896:
:...Band5 > 16047: Telah Terbakar (5)
Band5 <= 16047:
:...Band7 > 13871:
:...Band5 <= 15965: Lahan Terbangun (12)
:...Band5 > 15965: Telah Terbakar (8)
Band7 <= 13871:
:...Band5 > 16021: [S1923]
Band5 <= 16021: [S1924]
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 5 Lanjutan

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

```
SubTree [S1901]
Band1 <= 11895: Telah Terbakar (17)
Band1 > 11895:
....Band7 > 10432: Terbakar (123)
    Band7 <= 10432:
        ....Band1 <= 11941: Telah Terbakar (4)
            Band1 > 11941: Terbakar (114)

SubTree [S1902]
Band1 > 12256: Telah Terbakar (18)
Band1 <= 12256:
....Band1 > 12210: Lahan Terbangun (26)
    Band1 <= 12210:
        ....Band5 <= 16623: Telah Terbakar (4)
            Band5 > 16623: Lahan Terbangun (24)

SubTree [S1903]
Band5 <= 16703: Telah Terbakar (55)
Band5 > 16703:
....Band5 > 16755: Telah Terbakar (19)
    Band5 <= 16755:
        ....Band5 <= 16724: Lahan Terbangun (30)
            Band5 > 16724:
                ....Band5 <= 16736: Telah Terbakar (8)
                    Band5 > 16736: Lahan Terbangun (17)

SubTree [S1904]
Band7 <= 13325: Lahan Terbangun (78)
Band7 > 13325:
....Band5 <= 16679: Lahan Terbangun (24)
    Band5 > 16679: Telah Terbakar (19)

SubTree [S1905]
Band5 <= 16733: Telah Terbakar (3)
Band5 > 16733: Lahan Terbangun (26)

SubTree [S1906]
Band1 <= 12000: Lahan Terbangun (45)
Band1 > 12000: Telah Terbakar (139)

SubTree [S1907]
Band5 <= 16905: Telah Terbakar (923)
Band5 > 16905:
....Band5 <= 16908: Lahan Terbangun (23)
    Band5 > 16908: Telah Terbakar (233)

SubTree [S1908]
Band5 <= 16670: Telah Terbakar (166)
Band5 > 16670:
....Band1 > 11966: Lahan Terbangun (36)
    Band1 <= 11966:
        ....Band5 <= 16694: Telah Terbakar (43)
            Band5 > 16694:
                ....Band7 <= 13025: Telah Terbakar (5)
                    Band7 > 13025: Lahan Terbangun (26)

SubTree [S1909]
Band1 > 11922: Telah Terbakar (79)
Band1 <= 11922:
....Band1 <= 11889: Telah Terbakar (34)
    Band1 > 11889:
        ....Band7 > 13037: Telah Terbakar (6)
            Band7 <= 13037:
                ....Band7 <= 12799: Telah Terbakar (5)
                    Band7 > 12799:
                        ....Band7 <= 12881: Lahan Terbangun (34)
                            Band7 > 12881:
```

Lampiran 5 Lanjutan

```

....Band5 <= 16951: Telah Terbakar (6)
    Band5 > 16951: Lahan Terbangun (21)

SubTree [S1910]
Band7 <= 12880: Telah Terbakar (10)
Band7 > 12880: Lahan Terbangun (54)

SubTree [S1911]
Band5 <= 17179: Lahan Terbangun (29)
Band5 > 17179: Telah Terbakar (9)

SubTree [S1912]
Band5 > 17151: Telah Terbakar (162)
Band5 <= 17151:
... Band5 > 17150: Lahan Terbangun (58)
Band5 <= 17150:
.... Band7 > 13017:
..... Band1 <= 11934: Telah Terbakar (48)
..... Band1 > 11934:
..... Band7 <= 13024: Lahan Terbangun (35)
..... Band7 > 13024:
... .... Band5 > 17082: Telah Terbakar (34)
... .... Band5 <= 17082:
... ..... Band1 > 12009: Lahan Terbangun (30)
... ..... Band1 <= 12009:
... ..... Band5 <= 17050: Lahan Terbangun (30)
... ..... Band5 > 17050: Telah Terbakar (24)
...
Band7 <= 13017:
.... Band5 > 17086: Telah Terbakar (341)
    Band5 <= 17086:
    .... Bands > 17085:
        .... Band7 <= 12809: Lahan Terbangun (27)
        .... Band7 > 12809: Telah Terbakar (5)
        Band5 <= 17085:
        .... Band1 <= 11991: Telah Terbakar (205)
        .... Band1 > 11991:
            .... Band1 > 11997: Telah Terbakar (67)
            .... Band1 <= 11997:
            .... Band5 > 17051: Telah Terbakar (15)
            .... Band5 <= 17051:
            .... Band7 <= 12783: Telah Terbakar (6)
            .... Band7 > 12783:
                .... Band1 > 11994: Lahan Terbangun (29)
                .... Band1 <= 11994:
                .... Band5 <= 17040: Lahan Terbangun (27)
                .... Band5 > 17040: Telah Terbakar (5)

SubTree [S1913]
Band7 <= 11961: Telah Terbakar (10)
Band7 > 11961: Lahan Terbangun (23)

SubTree [S1914]
Band1 <= 12002: Telah Terbakar (150)
Band1 > 12002:
... Band5 <= 16284: Lahan Terbangun (12)
    Band5 > 16284: Telah Terbakar (10)

SubTree [S1915]
Band1 <= 12020: Lahan Terbangun (12)
Band1 > 12020:
... Band7 > 12211: Telah Terbakar (126)
    Band7 <= 12211:
        .... Band5 <= 16775: Lahan Terbangun (13)
        .... Band5 > 16775: Telah Terbakar (10)

SubTree [S1916]
Band5 <= 17143: Telah Terbakar (2)
Band5 > 17143: Lahan Terbangun (24)

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Lanjutan

```

SubTree [S1917]
Band5 <= 17105: Telah Terbakar (6)
Band5 > 17105: Lahan Terbangun (84)

SubTree [S1918]
Band1 > 11967: Telah Terbakar (58)
Band1 <= 11967:
:... Band1 <= 11927: Telah Terbakar (28)
    Band1 > 11927:
        .... Band5 <= 17075: Lahan Terbangun (53)
        Band5 > 17075:
            .... Band1 <= 11937: Lahan Terbangun (41)
            Band1 > 11937: Telah Terbakar (23)

SubTree [S1919]
Band1 <= 11967: Lahan Terbangun (95/1)
Band1 > 11967: Telah Terbakar (26)

SubTree [S1920]
Band5 > 16965: Telah Terbakar (54)
Band5 <= 16965:
:... Band1 > 16962:
    .... Band5 <= 16964: Lahan Terbangun (34)
    .... Band5 > 16964:
        .... Band7 <= 12149: Lahan Terbangun (16)
        .... Band7 > 12149: Telah Terbakar (6)
    Band1 <= 16962:
        .... Band5 > 16943: Telah Terbakar (90)
        Band5 <= 16943:
            .... Band1 > 11994:
                .... Band5 <= 16813:
                    .... Band5 <= 16652: Telah Terbakar (18)
                    .... Band5 > 16652:
                        .... Band7 <= 12173: Telah Terbakar (3)
                        .... Band7 > 12173: Lahan Terbangun (163)
                    Band5 > 16813:
                        .... Band7 > 12319: Telah Terbakar (59)
                        Band7 <= 12319:
                            .... Band1 > 12003: Telah Terbakar (7)
                            Band1 <= 12003:
                                .... Band5 > 16907: Lahan Terbangun (26)
                                Band5 <= 16907:
                                    .... Band5 <= 16886: Lahan Terbangun (14)
                                    .... Band5 > 16886: Telah Terbakar (6)
:... Band1 <= 11994:
    .... Band1 > 11985: Telah Terbakar (89)
    Band1 <= 11985:
        .... Band5 > 16932:
            .... Band7 <= 12607: Lahan Terbangun (120)
            .... Band7 > 12607: Telah Terbakar (26)
        Band5 <= 16932:
            .... Band7 <= 12386:
                .... Band5 > 16564:
                    .... Band5 <= 16843:
                        .... Band1 > 11850: Telah Terbakar (476)
                        .... Band1 <= 11850:
                            .... Band1 <= 11848:
                                .... Band1 <= 11848: Telah Terbakar (11)
                                .... Band1 > 11848: Lahan Terbangun (19)
                            .... Band5 > 16843:
                                .... Band5 > 16857: Telah Terbakar (113)
                                .... Band5 <= 16857:
                                    .... Band7 <= 12049: Lahan Terbangun (58)
                                    .... Band7 > 12049: Telah Terbakar (2)
                            Band5 <= 16564:
                                .... Band7 > 12281: Telah Terbakar (31)
                                Band7 <= 12281:
                                    .... Band7 <= 12133:
                                        .... Band5 <= 16509: Lahan Terbangun (24)
                                        .... Band5 > 16509: Telah Terbakar (35)

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5 Lanjutan

```
:...Band5 <= 16665: Telah Terbakar (61)
Band5 > 16665:
:...Band7 > 12548: Telah Terbakar (33)
Band7 <= 12548:
:...Band7 <= 12420: Telah Terbakar (15)
Band7 > 12420:
:...Band7 <= 12425: Lahan Terbangun (31)
Band7 > 12425:
:...Band7 <= 12448: Telah Terbakar (24)
Band7 > 12448:
:...Band7 <= 12453: Lahan Terbangun (54)
Band7 > 12453:
:...Band7 <= 12484: Telah Terbakar (48)
Band7 > 12484:
:...Band1 <= 11865: Lahan Terbangun (54)
Band1 > 11865: [51928]

SubTree [51928]
Band5 > 11869: Lahan Terbangun (28)
Band5 <= 11869:
:...Band7 <= 12487: Lahan Terbangun (25)
Band7 > 12487:
:...Band5 > 16738: Telah Terbakar (47)
Band5 <= 16738:
.Band5 <= 16689: Telah Terbakar (6)
Band5 > 16689:
:...Band7 <= 12497: Telah Terbakar (6)
Band7 > 12497: Lahan Terbangun (29)
```

Lampiran 6 Confusion matrix

Confusion matrix fold ke-1

Kelas Aktual	Kelas Prediksi							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	93 842	6 213	2	0	0	1	0	572
B	3 316	64 534	318	3	0	60	0	243
C	2	1 488	97 918	32	0	0	0	2
D	0	20	64	24 431	0	11	0	114
E	0	0	0	0	25 777	171	0	14
F	4	68	2	1	9	72 249	0	129
G	9	26	1	0	6	54	24 304	6
H	975	553	16	81	20	157	0	176 849

A: Asap, B: Awan; C: Badan air, D: Bayangan, E: Lahan terbangun, F: Lahan terbakar,
G: Terbakar, H: Vegetasi.

Confusion matrix fold ke-2

Kelas Aktual	Kelas Prediksi							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	93 885	6 021	0	0	0	1	0	634
B	3 374	64 838	297	4	0	69	0	237
C	1	1 384	97 943	40	0	0	0	7
D	0	13	61	24 406	0	7	0	106
E	0	0	0	0	25 771	185	0	15
F	2	82	1	6	15	72 226	0	117
G	5	16	2	0	3	66	24 303	3
H	881	548	17	92	23	150	0	176 810

A: Asap, B: Awan; C: Badan air, D: Bayangan, E: Lahan terbangun, F: Lahan terbakar,
G: Terbakar, H: Vegetasi.

Confusion matrix fold ke-3

Kelas Aktual	Kelas Prediksi							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	93 668	5 941	1	0	0	0	0	497
B	3 546	64 906	248	5	0	54	0	259
C	3	1 413	97 974	33	0	0	0	3
D	0	17	77	24 415	0	7	0	80
E	0	0	0	0	25 773	187	0	10
F	5	80	2	9	12	72 244	0	116
G	5	18	1	0	4	53	24 303	4
H	921	527	18	85	22	158	0	176 960

A: Asap, B: Awan; C: Badan air, D: Bayangan, E: Lahan terbangun, F: Lahan terbakar,
G: Terbakar, H: Vegetasi.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 6 Lanjutan

Confusion matrix fold ke-4

Kelas Aktual	Kelas Prediksi							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	93 727	5 941	1	0	0	1	0	599
B	3 513	64 860	284	8	0	73	0	238
C	1	1 412	97 955	29	0	1	0	3
D	0	13	62	24 408	0	8	0	111
E	0	0	0	0	25 771	166	0	7
F	1	96	1	2	9	72 265	0	91
G	5	18	0	0	4	61	24 304	2
H	902	562	18	101	27	128	0	176 877

A: Asap, B: Awan; C: Badan air, D: Bayangan, E: Lahan terbangun, F: Lahan terbakar,
G: Terbakar, H: Vegetasi.

Confusion matrix fold ke-6

Kelas Aktual	Kelas Prediksi							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	93 728	6 008	1	0	0	0	0	592
B	3 467	64 787	276	5	0	64	0	222
C	3	1 430	97 953	25	0	1	0	2
D	0	22	68	24 425	0	9	0	110
E	0	0	0	0	25 770	177	0	9
F	4	89	3	6	13	72 256	0	86
G	6	22	1	0	6	43	24 304	8
H	940	544	19	87	23	153	0	176 899

A: Asap, B: Awan; C: Badan air, D: Bayangan, E: Lahan terbangun, F: Lahan terbakar,
G: Terbakar, H: Vegetasi.

Confusion matrix fold ke-7

Kelas Aktual	Kelas Prediksi							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	93 873	5 973	2	0	0	0	0	670
B	3 433	64 761	270	5	0	65	0	239
C	2	1 493	97 973	26	0	1	0	5
D	0	9	61	24 437	0	16	0	119
E	0	0	0	0	25 770	191	0	12
F	1	78	3	6	8	72 247	0	128
G	5	16	0	0	7	55	24 303	8
H	835	572	12	73	27	129	0	176 748

A: Asap, B: Awan; C: Badan air, D: Bayangan, E: Lahan terbangun, F: Lahan terbakar,
G: Terbakar, H: Vegetasi.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 6 Lanjutan

Confusion matrix fold ke-8

Kelas Aktual	Kelas Prediksi							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	93 636	6 153	1	0	0	0	0	566
B	3 508	64 671	237	3	0	73	0	238
C	1	1 420	97 996	32	0	0	0	4
D	0	20	71	24 426	0	6	0	106
E	0	0	0	0	25 781	182	0	3
F	2	78	1	5	17	72 251	0	108
G	6	17	2	0	3	59	24 303	8
H	995	543	13	81	21	133	0	176 895

A: Asap, B: Awan; C: Badan air, D: Bayangan, E: Lahan terbangun, F: Lahan terbakar, G: Terbakar, H: Vegetasi.

Confusion matrix fold ke-9

Kelas Aktual	Kelas Prediksi							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	93 785	6 103	2	0	0	2	0	638
B	3 482	64 819	327	2	0	51	0	246
C	2	1 315	97 907	32	0	0	0	3
D	0	1	70	24 417	0	7	0	93
E	0	0	0	0	25 774	175	0	5
F	7	88	1	9	12	72 273	0	102
G	4	12	2	0	4	52	24 304	2
H	868	547	12	87	22	1444	0	176 840

A: Asap, B: Awan; C: Badan air, D: Bayangan, E: Lahan terbangun, F: Lahan terbakar, G: Terbakar, H: Vegetasi.

Confusion matrix fold ke-10

Kelas Aktual	Kelas Prediksi							
	A	B	C	D	E	F	G	H
A	93 917	6 052	2	0	0	1	0	603
B	3 317	64 867	337	2	0	54	0	259
C	1	1 345	97 880	33	0	2	0	3
D	0	17	77	24 445	0	5	0	124
E	0	0	0	0	25 790	174	0	7
F	3	70	0	5	1	72 265	0	107
G	7	16	0	0	6	51	24 303	5
H	903	535	25	62	15	151	0	176 820

A: Asap, B: Awan; C: Badan air, D: Bayangan, E: Lahan terbangun, F: Lahan terbakar, G: Terbakar, H: Vegetasi.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



Lampiran 7 Hasil pemberian label dari proses verifikasi

Hasil pelabelan dari citra periode 3-4 September wilayah II path 126 row 059

Day	Hour	Latitude	Longitude	Height	Pressure	Kelas
3	3	0.535	101.725	11.7	1005.3	2
3	4	0.606	101.677	13.2	1004.7	2
3	5	0.667	101.626	14.9	1003.9	2
3	6	0.717	101.571	17.1	1002.9	1
3	7	0.759	101.515	19.5	1002.3	2
3	8	0.797	101.456	22.4	1001.8	2
3	9	0.828	101.398	25.5	1001.3	2
3	10	0.851	101.336	28.8	1001.5	2
3	11	0.867	101.271	32	1001.6	1
3	12	0.875	101.203	35.4	1001.7	2
3	13	0.883	101.133	39	1001.4	2
3	14	0.896	101.064	42.7	1001.3	2
3	15	0.917	100.995	46.4	1001.4	2
3	16	0.944	100.929	52.6	1001.5	2
3	17	0.975	100.868	65.5	1000.8	2
3	18	1.011	100.809	90.1	998.7	2
3	19	1.055	100.747	128.4	994.5	2
3	20	1.107	100.678	179.5	988.5	2
3	21	1.163	100.597	243.7	980.8	2
3	22	1.225	100.512	315.3	972.6	2
3	23	1.303	100.431	386.6	964.7	2
4	0	1.401	100.353	499.3	957.9	2
4	1	1.509	100.277	501.3	552.6	2
4	15	0.672	100.479	639.8	929.7	2
4	16	0.749	100.401	760.4	916.6	2
4	17	0.821	100.323	867.8	907.9	2
4	18	0.894	100.236	973	899	1
4	19	0.972	100.139	1085.2	889.4	2
4	15	0.672	100.479	639.8	929.7	2
4	16	0.749	100.401	760.4	916.6	2

1: Asap, 2: Awan; 3: Badan air, 4: Bayangan, 5: Lahan terbangun, 6: Lahan terbakar,
7: Terbakar, 8: Vegetasi.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 7 Lanjutan

Hasil pelabelan dari citra periode 3-4 September wilayah II path 126 row 060

Day	Hour	Latitude	Longitude	Height	Pressure	Kelas
3	3	0.535	101.725	11.7	1005.3	2
3	4	0.606	101.677	13.2	1004.7	2
3	5	0.667	101.626	14.9	1003.9	2
3	6	0.717	101.571	17.1	1002.9	1
4	1	0.076	101.645	24.7	998.3	2
4	2	0.125	101.616	30.8	998	2
4	3	0.182	101.578	40.2	997.6	1
4	4	0.239	101.533	50.6	996.4	2
4	5	0.288	101.483	58.1	995.1	2
4	6	0.328	101.427	60.8	994.1	2
4	7	0.36	101.366	64.7	993.6	2
4	8	0.386	101.295	78.7	990.9	1
4	9	0.406	101.207	110.8	986.5	2
4	10	0.424	101.095	164.2	980.1	2
4	11	0.445	100.955	229.7	972.1	1
4	12	0.476	100.807	305.5	962.6	2
4	13	0.525	100.675	396.6	953.7	2
4	14	0.593	100.567	511.3	942.3	1
4	15	0.672	100.479	639.8	929.7	2
4	16	0.749	100.401	760.4	916.6	2
4	17	0.821	100.323	867.8	907.9	2
4	18	0.894	100.236	973	899	2
4	19	0.972	100.139	1085.2	889.4	2

Asap, 2: Awan; 3: Badan air, 4: Bayangan, 5: Lahan terbangun, 6: Lahan terbakar,
7: Terbakar, 8: Vegetasi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



46

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Sungai Penuh Provinsi Jambi pada 22 Desember 1996 dari pasangan Bapak Amdari dan Ibu Sartik. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 4 Sungai Penuh pada tahun 2011 hingga 2014. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Departemen Ilmu Komputer IPB melalui jalur SNMPTN Undangan. Penulis berpengalaman di bidang organisasi kemahasiswaan yaitu Sekretaris Himpunan Mahasiswa Ilmu Komputer (Himalkom) periode 2016 dan periode 2017. Selain itu, penulis juga pernah mengikuti mengikuti lomba *Hack a Fram innovation camp* di Yogjakarta tahun 2016. Pertengahan tahun 2017, penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapang di BIOTROP Bogor bagian Knowledge Managemet Department. Penulis juga pernah mengikuti Seminar Nasional Ilmiah Ilmu Komputer yang diselenggarakan oleh Departemen Ilmu Komputer IPB tahun 2018 sebagai pemakalah dalam presentasioral.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural U

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.